This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

TÉLÉGRAPHIE PRATIQUE

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE PRATIQUE DE L'ÉLECTRICIEN

VOLUMES PARUS

Les Dynamos. — *Principes*, — *Descriptions*, — *Installation*, — *Conduite*, — *Entretien*, — *Dérangements*, par J.-A. MONTPELLIER. 1 vol. grand in-8° de 448 pages avec 303 figures et planches. Cartonné. Prix. . . . . 16 »

Téléphonie pratique, par L. MONTILLOT. 1 vol. grand in-8° de VIII-504 pages avec 414 figures et 4 planches hors texte. Cartonné. . . . . 20 »

Premier supplément à la Téléphonie pratique. 1 vol. grand in-8° avec 77 figures. . . . . 5 »

Deuxième supplément à la Téléphonie pratique. 1 vol. grand in-8° avec 50 figures. . . . . 5 »

Etude sur le transport électrique de l'énergie à grande distance *par l'électricité et sur les transmissions électriques par courant continu*, par Georges DUMONT et Gustave BAIGNÈRES. 1 vol. grand in-8° de VI-114 pages avec 77 figures. Prix. . . . . 6 »

POUR PARAITRE PROCHAINEMENT :

Essais et Mesures électriques et mécaniques des installations électriques, par M. ALIAMET et J.-A. MONTPELLIER.

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE PRATIQUE DE L'ÉLECTRICIEN

TÉLÉGRAPHIE PRATIQUE

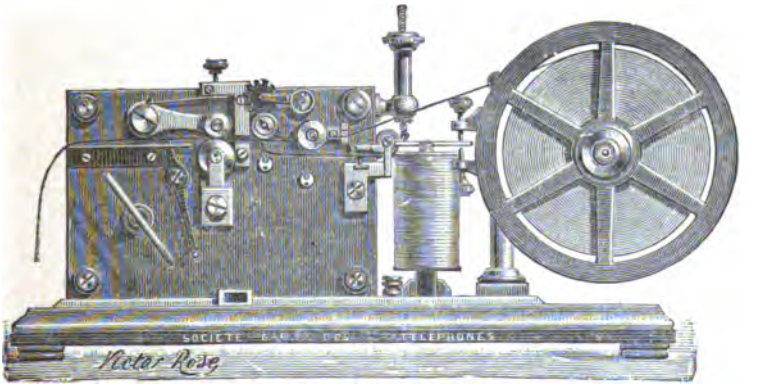
TRAITÉ COMPLET DE TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE

A L'USAGE DES AGENTS DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES ET DES CHEMINS DE FER, DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES, ETC.

PAR

L. MONTILLOT * ✪

INSPECTEUR DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES



PARIS

Vve CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES, DES TÉLÉGRAPHES ET DES CHEMINS DE FER

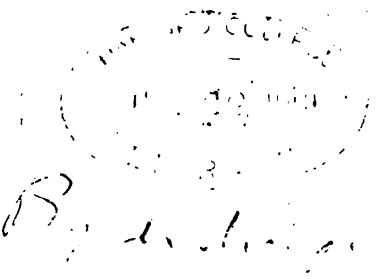
49, quai des Grands-Augustins, 49

1898

Tous droits réservés.

Digitized by Google

Eng 4228.98



Digitized by Google

TÉLÉGRAPHIE PRATIQUE

CHAPITRE PREMIER

PRÉLIMINAIRES

SYSTÈMES TÉLÉGRAPHIQUES. — SYSTÈMES DE TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE. — Source d'électricité, manipulateur, ligne télégraphique, récepteur. — CLASSIFICATION DES APPAREILS D'APRÈS LA NATURE DES SIGNAUX EMPLOYÉS. — CIRCUIT TÉLÉGRAPHIQUE. — APPAREILS ACCESSOIRES, commutateurs, paratonnerres, galvanomètres, sonneries, relais, rhéostats. — STATION OU POSTE TÉLÉGRAPHIQUE. — ÉLECTRO-AIMANTS TÉLÉGRAPHIQUES. — RÔLE DES ÉLECTRO-AIMANTS ET DE LEURS ARMATURES EN TÉLÉGRAPHIE. — CONDITIONS DE FABRICATION DES ÉLECTRO-AIMANTS TÉLÉGRAPHIQUES.

Systèmes télégraphiques. — De tout temps, les hommes réunis en sociétés ont cherché à se communiquer leurs pensées à distance. Les procédés, d'abord rudimentaires, se sont peu à peu perfectionnés, et ont constitué de véritables systèmes de correspondance, les uns s'appliquant seulement à certaines éventualités ou à des faits prévus à l'avance, les autres se prêtant à un échange d'idées plus complet, et permettant même de faire usage de chiffres ou des lettres de l'alphabet. De semblables systèmes furent en usage dans l'antiquité, et bon nombre d'auteurs en ont fait mention.

Tous ces procédés, quelque imparfaits qu'ils fussent, rendaient déjà de grands services à une époque où les moyens de communication n'existaient presque nulle part, et où les pays les plus favorisés ne possédaient que quelques voies romaines.

Pendant des siècles, les choses en restèrent là, et ce n'est qu'en 1793 que Claude Chappe organisa en France un véritable

Digitized by Google

système de signaux répondant à toutes les exigences de la correspondance.

A ce système de signaux et aux machines destinées à es produire, Chappe avait donné le nom de *tachygraphe;* Miot lui substitua le nom de *télégraphe*, qui a été conservé depuis.

A partir de ce moment, les stations de télégraphes se multiplièrent, formant de longues files de postes, sortes de tentacules partant de la capitale pour aboutir aux frontières et aux limites naturelles du pays, mettant les centres les plus importants en relation avec le siège du gouvernement.

Cet état de choses se prolongea jusqu'au moment où les progrès de la science montrèrent que l'électricité peut manifester ses effets, avec une extrême rapidité, en franchissant des espaces considérables; et, si des essais de signaux acoustiques eurent lieu à différentes époques, la pratique ne consacra jamais que les signaux visuels et les signaux électriques. Les télégraphes optiques sont aujourd'hui abandonnés dans le service intérieur; cependant, grâce aux puissants appareils dont on dispose actuellement, ce moyen de communication a déjà rendu et peut rendre encore d'éclatants services aux armées en campagne, de même qu'il reste un précieux auxiliaire pour la défense des places fortes.

La dénomination de *tachygraphe*, pas plus que celle de *télégraphe*, appliquée au système de Chappe, n'était rigoureusement exacte. La première n'impliquait que l'idée de vitesse; et si, dans la seconde, on rencontre la notion de distance, il faut reconnaître que l'appareil n'écrivait pas, dans le sens propre du mot. Aujourd'hui, le mot *télégraphe* a tout à fait sa raison d'être, puisque, par les procédés électriques connus, les télégrammes peuvent parvenir à leurs destinataires, écrits en caractères d'imprimerie sur une bande de papier.

Systèmes de télégraphie électrique. — Tout système de télégraphie électrique comprend :

1° Une source d'électricité,
2° Un organe de transmission,
3° Un organe de communication,
4° Un organe de réception.

Source d'électricité. — Les piles hydroélectriques sont les sources d'électricité que l'on emploie le plus habituellement en télégraphie; cependant, depuis quelques années, on leur a substitué, dans un certain nombre de grands bureaux, des accumulateurs.

Manipulateur. — L'organe de transmission a reçu le nom de

Digitized by Google

manipulateur; c'est à l'aide de cet instrument que l'on distribue le courant électrique, dont les émissions et les interruptions, se succédant suivant des règles définies pour chaque cas particulier, composent les signaux télégraphiques.

Dans les appareils que nous aurons à étudier, le manipulateur est un organe mécanique. C'est un levier ou un jeu de leviers, une manivelle, un clavier, dont le fonctionnement est plus ou moins compliqué. Souvent, le manipulateur est séparé du récepteur; quelquefois, il fait corps avec lui.

Ligne télégraphique. — L'organe de communication est un fil conducteur, un fil métallique, qui sert de véhicule au courant électrique émis par la source d'électricité et distribué sur ce fil (ligne télégraphique) par le manipulateur.

Suivant la disposition adoptée pour l'installation des fils conducteurs, les lignes télégraphiques sont construites en ***fil nu*** ou en ***câble.*** Dans l'un et l'autre cas, elles doivent satisfaire à deux conditions : *continuité du conducteur, isolement.*

Le fil conducteur doit être continu d'une station à l'autre; il doit être isolé des objets extérieurs qui pourraient laisser l'électricité se disperser.

Les lignes en fil nu sont toujours *aériennes;* les conducteurs sont fixés à des cloches en porcelaine qui assurent leur isolement, et qui, elles-mêmes, sont vissées sur des poteaux en bois ou boulonnées sur des appuis métalliques, plantés dans le sol ou scellés dans les murs des maisons, d'espace en espace.

Les lignes en câble sont *souterraines, sous-fluviales* ou *sous-marines;* on construit cependant des lignes militaires en câble qui sont aériennes.

Les câbles sont composés de un ou plusieurs fils conducteurs, ou bien de un ou plusieurs faisceaux de fils conducteurs, recouverts individuellement d'une couche de matière qui les isole les uns des autres; ces conducteurs ou ces faisceaux sont tordus ensemble pour former un toron que l'on protège à l'aide d'une gaine continue de plomb, d'une armature en fils de fer ou bien de tuyaux en fonte s'emboîtant les uns dans les autres, et formant une canalisation parfaitement étanche. Ces câbles sont placés dans les égouts, enfouis dans le sol, au fond d'une tranchée, immergés dans les fleuves, dans les lacs ou dans la mer.

Les premières lignes télégraphiques furent construites en fil de cuivre. La grande conductibilité de ce métal le désignait naturellement pour ce nouvel usage, mais son peu de ténacité se prêtait mal aux constructions télégraphiques dont la solidité

Digitized by Google

est une des principales qualités; et puis, le prix élevé du cuivre devenait un facteur très important, de nature à entraver le développement rapide du réseau.

On abandonna bientôt le cuivre pour faire usage de fil de fer galvanisé. Pour obtenir une conductance (1) suffisante, il fallut se servir de fils d'un diamètre plus fort, mais on obtint aussi une solidité plus grande, tout en réduisant les dépenses.

Pendant fort longtemps, toutes les lignes télégraphiques, construites à l'air libre, furent installées en fils de fer galvanisés, dont les diamètres étaient appropriés à l'importance des réseaux. Dans certains cas particuliers, on fit aussi usage de fils d'acier.

Entre temps, la fabrication des fils de cuivre avait fait de notables progrès. Par de nouveaux procédés métallurgiques, on était parvenu à donner à ces fils une grande ténacité, tout en leur conservant une conductibilité très voisine de celle du cuivre pur. Il n'y avait plus d'inconvénient alors à revenir au cuivre pour l'établissement des lignes télégraphiques aériennes, puisqu'il devenait possible d'obtenir des fils très solides fournissant, sous un diamètre beaucoup plus faible, une conductance égale ou supérieure à celle des fils de fer. L'administration française est entrée résolument dans cette voie depuis plusieurs années, et les nouvelles lignes sont installées en fils de cuivre. Le poids des conducteurs devenant moindre, les appuis peuvent en supporter davantage, ce qui est très important à cette époque où la plupart des lignes sont surchargées de fils.

Récepteur. — L'organe de réception ou *récepteur* recueille, pour ainsi dire, les courants émis par la source d'électricité, transmis par le manipulateur et véhiculés par la ligne télégraphique. Ces signaux, préparés par le jeu du manipulateur, le récepteur les rend apparents, soit qu'il les montre simplement à l'œil pour les laisser disparaître ensuite, soit qu'il les enregistre sur une bande de papier, en langage conventionnel ou bien en caractères d'imprimerie.

L'organe électrique des récepteurs est un électro-aimant ou un galvanomètre, mais lorsque cet organe a accompli son rôle, des pièces mécaniques, souvent très compliquées, entrent en jeu pour parfaire et compléter l'œuvre de l'électricité.

Classification des appareils d'après la nature des signaux

(1) Le mot *conductance* est admis aujourd'hui dans le langage scientifique comme l'opposé de *résistance*. L'expression *conductibilité* est réservée pour indiquer la *conductance spécifique* des substances; elle est l'inverse de *résistibilité* appliquée à la *résistance spécifique*.

Digitized by Google

employés. — Suivant la nature des signaux produits, les appareils télégraphiques sont :

A *signaux fugitifs*, comme l'appareil à cadran, ou *enregistreurs*, comme l'appareil Morse; mais, parmi les appareils enregistreurs, on distingue encore les appareils à *signaux conventionnels* (Morse, Wheatstone, siphon) et les *appareils imprimeurs* (Hughes, Baudot, etc.). On peut encore faire une catégorie à part pour les *appareils autographiques*, abandonnés aujourd'hui, qui reproduisent un fac-similé du télégramme original.

Au point de vue du régime des courants électriques qui servent à produire les signaux, les procédés mis en œuvre sont variables.

Dans certains cas, les émissions de courant sont toujours de même sens; elles sont lancées à des intervalles réguliers ou irréguliers.

Dans d'autres cas, des émissions de sens contraires sont régulièrement ou irrégulièrement espacées.

Enfin, pour produire un signal, on peut avoir recours à une seule émission ou à plusieurs émissions diversement combinées.

Ces émissions de courant, quelles que soient leur forme et leur nature, donnent lieu, à l'arrivée, à des transformations de mouvement qui produisent les signaux ou bien à des réactions chimiques qui tendent au même résultat.

Circuit télégraphique. — Par *circuit télégraphique*, on entend l'ensemble formé par un générateur d'électricité, un manipulateur, une ligne télégraphique, un récepteur, tous ces organes étant ou pouvant être mis en communication électrique entre eux, quelle que soit leur distance.

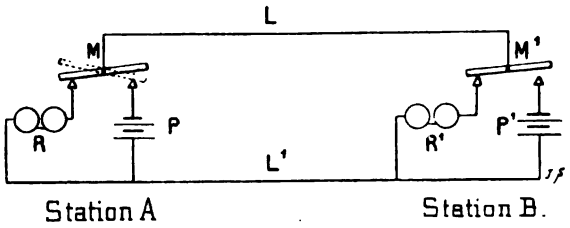


Fig. 1. — Circuit télégraphique.

Le circuit est *fermé* lorsque le courant de la source d'électricité peut librement circuler à travers tous ces organes; il est *ouvert* dans le cas contraire.

L'ouverture ou la fermeture du circuit a généralement lieu par le jeu du manipulateur qui est, en réalité, un *interrupteur*.

Au début de la télégraphie, deux fils conducteurs étaient nécessaires pour établir un circuit télégraphique entre deux stations.

Digitized by Google

L'un des fils servait, comme on disait alors, pour l'*aller*; l'autre était le *fil de retour*. A chaque station étaient placés une pile, un manipulateur, un récepteur (*fig.* 1). A la station A, on trouvait en P la pile, en M le manipulateur, en R le récepteur. Les conducteurs L, L' constituaient la ligne télégraphique aboutissant à la station B qui, elle-même, comprenait la pile P', le manipulateur M', le récepteur R'.

En 1837, Steinheil, de Munich, observa que le fil de retour pouvait être supprimé sans inconvénient, et qu'on obtenait le même effet en mettant, aux deux stations, le récepteur et l'un des pôles de la pile en communication avec le sol. Il en résulta une notable économie dans la construction des lignes qui, dès lors, ne comportèrent plus qu'un seul conducteur.

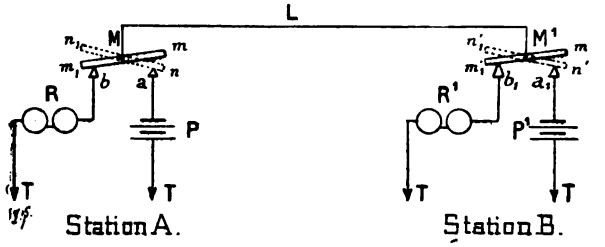


Fig. 2. — Circuit télégraphique.

Il devenait aisé de constituer le circuit:

1° En mettant, à la station de départ, l'un des pôles de la pile en communication avec le sol, et l'autre pôle en relation avec la ligne, par l'intermédiaire du manipulateur;

2° En faisant communiquer le récepteur, à la station d'arrivée, d'une part avec la ligne, de l'autre avec le sol.

Mais il fallait assurer la réciprocité des transmissions; il fallait, en un mot, que le poste de départ, aussi bien que le poste d'arrivée, pût recevoir ou transmettre des télégrammes sans l'intervention d'un second fil conducteur, sous peine de perdre le bénéfice de la découverte de Steinheil. On y est parvenu au moyen d'un artifice qui consiste à mettre, dans chaque station, à la volonté du télégraphiste, le manipulateur en relation avec la pile ou avec le récepteur.

Cette disposition, que l'on rencontre dans les installations télégraphiques les plus simples, est représentée par la figure 2.

Soient M, R, P', un manipulateur, un récepteur et une pile disposés à la station A;

M', R', P', un manipulateur, un récepteur et une pile disposés à la station B.

Les barres rigides $m\,m_1$, $m'\,m'_1$ de M et de M' peuvent prendre contact avec les plots a, b, a_1, b_1.

Digitized by Google

Les parties centrales M, M' qui restent immobiles sont reliées à la ligne télégraphique L, qui réunit les stations A et B.

A la station A, le pôle positif de la pile P est relié au plot *a*, le pôle négatif à la terre T; le récepteur R communique avec le plot *b* et avec la terre T; la communication à la terre de la pile et du récepteur est habituellement assurée par le même conducteur.

Une disposition identique est adoptée au poste B.

Dans la position de repos, les barres mm_1, $m'm'_1$, des deux manipulateurs restent appuyées sur les plots b, b_1 et séparées des plots a, a_1.

Pour chaque émission de courant que A veut faire parvenir à B, le manipulateur M prend la position nn_1, le manipulateur M' restant dans la position $m'm'_1$.

Pour chaque émission de courant que B veut faire parvenir à A, le manipulateur M' prend la position $n'n'_1$, le manipulateur M restant dans la position mm_1.

On voit que la ligne étant invariablement unie au manipulateur, ce dernier peut la faire communiquer soit avec la pile, soit avec le récepteur.

Appareils accessoires. — Les organes dont nous venons de parler : source d'électricité, manipulateur, ligne, récepteur, indispensables à tout système de télégraphie électrique, sont, à la rigueur, suffisants pour assurer le service; mais plusieurs catégories d'instruments accessoires deviennent de puissants auxiliaires dont on ne saurait se passer qu'au détriment du fonctionnement régulier de l'exploitation.

Commutateurs. — A l'intérieur des bureaux, il peut être utile d'opérer rapidement des permutations, de couper certaines communications pour en établir de nouvelles, de donner au courant électrique une direction autre que celle qu'il suit normalement; on y parvient à l'aide des *commutateurs*. On désigne sous ce nom des instruments de formes très différentes qui, par la manœuvre d'une manette, d'un jeu de chevilles ou par tout autre combinaison analogue, réalisent les permutations désirées.

Paratonnerres. — Tout le monde connaît les dégâts occasionnés par la foudre sur les lignes télégraphiques. Souvent, les poteaux sont brisés et l'électricité se perd à la terre, à l'endroit même où la décharge s'est produite; mais, plus souvent encore, le flux d'électricité suit le fil conducteur et pénètre dans les bureaux. C'est là surtout que les dégâts occasionnés par ces décharges d'électricité atmosphérique sont à redouter; elles peuvent donner lieu à de fortes étincelles, fondre les fils des

Digitized by Google

électro-aimants, occasionner des incendies et, enfin, produire des accidents de personnes.

Il y a donc le plus grand intérêt à disposer, à l'entrée des bureaux, sur le trajet du fil conducteur, des appareils capables de protéger efficacement le personnel et de mettre le matériel à l'abri de toute détérioration. Ces appareils, de même que ceux qui surmontent les édifices, ont reçu le nom de *paratonnerres*. Les uns sont basés sur le pouvoir des pointes; d'autres, sur l'expérience des cours de physique connue sous le nom de perce-cartes; d'autres, enfin, sur la fusion d'un mince fil métallique. Tous ont pour objet de favoriser l'écoulement direct du flux d'électricité dans le sol.

Galvanomètres. — Les *galvanomètres* servent, en télégraphie, à constater le passage du courant électrique et même à apprécier approximativement son intensité. Le galvanomètre peut fournir de très utiles indications en cas de dérangement sur les lignes ou dans les postes; aussi tout télégraphiste sérieux doit-il connaître la déviation normale que donne le galvanomètre de son poste, sous l'action de sa propre pile et sous l'impulsion de la pile du correspondant.

Les galvanomètres sont disposés verticalement ou bien reposent sur un socle horizontal. Dans ce dernier cas ils doivent être orientés, c'est-à-dire que l'aiguille indicatrice, librement posée sur son pivot, doit avoir une de ses pointes en regard du zéro de la graduation toutes les fois que le magnétisme terrestre agit seul sur l'aiguille aimantée.

Sonneries. — Généralement, les récepteurs télégraphiques produisent, tant au moment de l'appel que pendant le cours de la transmission, un bruit assez intense pour attirer l'attention des employés chargés de les desservir. Il faut cependant prévoir le cas où le personnel, occupé momentanément à un autre travail, ne percevrait pas les premiers appels. Aussi fait-on usage de *sonneries électriques* qu'à l'aide d'un commutateur, on dispose sur le parcours du fil de ligne. Le courant électrique, émis par la station correspondante, au moment de l'appel, actionne la sonnerie que l'employé retire du circuit, en manœuvrant son commutateur, pour mettre le fil de ligne en relation avec le manipulateur et le récepteur. Pour la nuit, une seconde sonnerie est disposée dans l'appartement de l'agent chargé de la gestion du bureau.

Relais. — L'intensité d'un courant est en raison inverse de la résistance du circuit qu'il parcourt, c'est-à-dire que, plus la résistance du circuit est grande, plus l'intensité du courant qui le traverse est faible.

Digitized by Google

D'un autre côté, la résistance d'un conducteur est proportionnelle à sa longueur.

Il en résulte nécessairement, toutes choses égales d'ailleurs, que les longues lignes sont parcourues par des courants moins intenses que les petites. Il se produit, en outre, par les appuis qui supportent les fils conducteurs, une déperdition d'électricité, et cette perte s'accroît naturellement avec le nombre des appuis. De sorte que, dans certains cas, le courant du poste de départ n'a plus une énergie suffisante pour faire fonctionner le récepteur du bureau d'arrivée.

Pour obvier à cet inconvénient, on dispose souvent, dans une station intermédiaire, un appareil nommé *relais*.

Le but des relais est de substituer au courant de la ligne un nouveau courant assez énergique pour faire fonctionner les appareils à la station d'arrivée; ainsi, si nous considérons deux stations extrêmes, Paris et Marseille, par exemple, et une station intermédiaire, Lyon, pourvue d'un relais, lorsque Paris transmettra, son courant se perdra à la terre à Lyon et, de cette station partira un nouveau courant qui, traversant la section de ligne Lyon-Marseille, fera fonctionner le récepteur de Marseille.

De même, le courant partant de Marseille ne traversera que la section de ligne Marseille-Lyon, et ce dernier poste fournira le nouveau courant qui, parcourant la ligne Lyon-Paris, mettra en mouvement l'appareil de Paris.

La forme des relais est très variable et leur mécanisme est souvent compliqué. Lorsqu'ils répondent à certains besoins particuliers on change parfois leur dénomination générique et on les appelle *rappels par inversion de courant, parleurs*, etc.

Rhéostats. — D'autres appareils, tels que les *rhéostats* ont pour objet d'équilibrer la résistance de différentes parties des circuits.

Nous n'avons entendu donner ici qu'une idée générale des appareils les plus usuels; nous étudierons en détail, en leur lieu et place, les organes qui ne trouvent emploi que dans les installations spéciales.

Station ou poste télégraphique. — En résumé, chaque station télégraphique simple comporte :

Une pile;
Un manipulateur;
Un récepteur;
Un ou plusieurs paratonnerres;
Un galvanomètre;
Un ou plusieurs commutateurs;

Digitized by Google

Une ou plusieurs sonneries;
Quelquefois des relais.

Dès que nous commencerons la description des appareils télégraphiques indispensables tels que les piles, les manipulateurs et les récepteurs, nous serons conduit à parler des appareils accessoires dont quelques-uns entrent dans la composition des premiers. Bien que notre manière de voir puisse paraître paradoxale, il nous a semblé logique de décrire en premier lieu les appareils accessoires d'usage courant qui n'impliquent pas la connaissance des appareils de transmission et de réception; il nous suffit pour les expliquer de posséder les notions les plus élémentaires d'électricité que l'on trouve dans tous les traités spéciaux; cependant, pour justifier l'emploi de certains termes auxquels nous aurons forcément recours, il nous faut, avant d'aller plus loin, donner quelques indications sur la constitution des électro-aimants télégraphiques.

Electro-aimants télégraphiques. — Les électro-aimants employés en télégraphie se composent généralement :

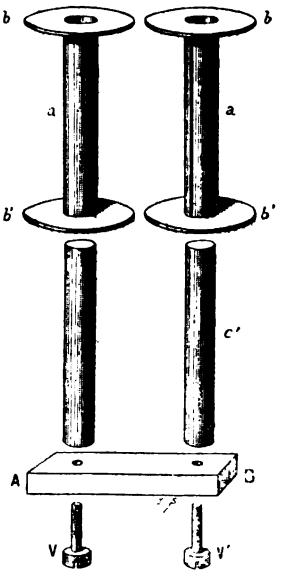


Fig. 3. — Détails d'un électro-aimant télégraphique.

1° D'une pièce prismatique en fer doux A B nommée *culasse* (fig. 3);

2° De deux cylindres de fer doux *c c'* appelés *noyaux;*

3° De *bobines* analogues, quant à la forme, aux bobines servant à dévider le fil à coudre et comprenant une *carcasse a* et des *joues b b';*

4° D'une certaine quantité de fil de cuivre recouvert de soie.

La longueur et le diamètre de ce fil conducteur varient suivant l'usage auquel est destiné l'électro-aimant.

Les noyaux sont fixés près des extrémités de la culasse, et perpendiculairement à son axe, à l'aide des deux vis V, V'. Chacun de ces noyaux pénètre à frottement dur dans l'intérieur d'une des bobines.

Les bobines sont métalliques ou en matière isolante.

Lorsque les bobines sont métalliques, la carcasse est fendue suivant une de ses génératrices; le fil de cuivre est soudé sur cette carcasse par une de ses

Digitized by Google

extrémités, préalablement débarrassée de son enveloppe de soie. Ce fil est ensuite enroulé un grand nombre de fois, d'une façon régulière, autour de la bobine, son extrémité extérieure restant libre.

Quand les deux bobines sont placées sur les noyaux, un courant qui pénètre par la bobine de gauche traverse le fil de cette bobine, de l'extérieur à l'intérieur, arrive à la culasse, passe à la bobine de droite par l'intermédiaire de la culasse, parcourt tout le fil de cette bobine de l'intérieur à l'extérieur, et finalement ressort par l'extrémité libre du fil.

Pour rendre plus intime le contact des bobines avec les noyaux et la culasse, on les cale au moyen de lames de clinquant qui empêchent tout ballottement et assurent une bonne communication électrique absolument indispensable, puisque le courant, pour se rendre d'une bobine à l'autre, doit traverser la culasse.

Quand les bobines ne sont pas métalliques, lorsqu'elles sont fabriquées avec une matière isolante telle que le bois, on est forcé d'adopter une autre disposition. En effet, la communication électrique ne peut plus avoir lieu, d'une bobine à l'autre, par l'intermédiaire de la culasse; il est donc nécessaire que le fil conducteur soit continu. Dans ce cas, les deux extrémités du fil sont libres sur chaque bobine et, lorsque ces bobines sont mises en place, les bouts de fil tournés vers l'intérieur de l'électro-aimant sont dénudés, tordus ensemble, et leur communication est rendue plus intime par une goutte de soudure.

On fait quelquefois usage en télégraphie, notamment pour les *parleurs* d'électro-aimants garnis d'une seule bobine. Ces électro-aimants ont été nommés *électro-aimants boiteux*. La culasse et les noyaux sont semblables à ceux des électro-aimants ordinaires; un des noyaux est dépourvu de bobine et la bobine unique laisse passer au dehors les deux extrémités du fil de cuivre qui la recouvre.

Dans quelques cas particuliers, la culasse de l'électro-aimant est partagée en deux; l'une des parties est fixe, l'autre, montée sur une glissière en cuivre est mobile; on peut l'éloigner ou la rapprocher de la partie fixe au moyen d'une vis; c'est un procédé de réglage. On nomme ces électro-aimants *électro-aimants à culasse scindée*.

Quelquefois aussi les noyaux peuvent se déplacer, s'élever ou s'abaisser à l'intérieur des carcasses des bobines; c'est encore un procédé de réglage, et on appelle les organes ainsi construits *électro-aimants à noyaux mobiles*.

Digitized by Google

D'autres fois les noyaux des bobines sont montés sur les branches d'un aimant permanent ou directement influencés par celui-ci; ces électro-aimants prennent le nom *d'électro-aimants polarisés*.

Avec chacun des bouts du fil, restés libres en dehors de la bobine, on forme une spirale serrée, ce que l'on appelle un *boudin;* l'extrémité de ce boudin, préalablement dénudée, est pincée sous une vis qu'on utilise pour raccorder l'électro-aimant avec les fils extérieurs.

Rôle des électro-aimants et de leurs armatures en télégraphie. — Chacun sait que par l'effet du courant traversant le fil des bobines, les noyaux des électro-aimants s'aimantent; chacun sait aussi que ces noyaux se désaimantent dès que le courant cesse de parcourir le fil des bobines. Si on place au-dessus des noyaux une pièce de fer doux, cette pièce est attirée

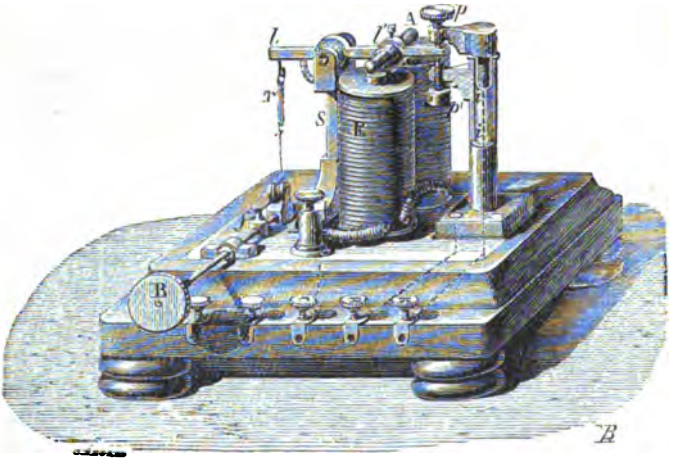


Fig. 4. — Électro-aimant avec son armature.

à chaque aimantation et ne l'est plus dès que la désaimantation se produit. C'est ce double effet que l'on a utilisé pour transformer en mouvements mécaniques les aimantations et les désaimantations des électro-aimants.

Cette transformation s'effectue d'une manière très simple. Plaçons au-dessus des bobines d'un électro-aimant une pièce de fer doux A (fig. 4) supportée par un levier ll', mobile autour d'un axe horizontal; adaptons au levier ll', en l, un ressort r qui maintienne la pièce A éloignée des bobines et appliquée contre la vis p. Lorsqu'un courant traverse le fil des bobines, les

Digitized by Google

noyaux s'aimantent, agissent par induction sur la pièce de fer doux A et l'attirent. Si l'action du ressort *r* est convenablement réglée ou, en d'autres termes, si la puissance attractive de l'électro-aimant est supérieure à la force de résistance du ressort *r*, la pièce A s'approche de l'électro-aimant.

Lorsque le courant est interrompu, l'aimantation cesse aussi bien dans l'électro-aimant que dans la pièce A, et celle-ci, obéissant à l'action du ressort *r*, s'éloigne de l'électro-aimant.

A chaque aimantation, nous avons donc un mouvement de haut en bas, tandis que chaque désaimantation donne lieu à un mouvement de bas en haut; ce second mouvement n'est d'ailleurs déterminé que par la présence du ressort *r*. C'est ce double mouvement qu'on utilise pour reproduire les signaux télégraphiques.

Les pièces de fer doux ainsi placées au-dessus des électro-aimants ont reçu le nom *d'armatures;* dans le langage usuel on les appelle souvent *palettes*. Les ressorts qui, comme le ressort *r*, agissent à l'opposé de l'électro-aimant se nomment *ressorts antagonistes*.

La forme et les dimensions des armatures varient suivant le rôle que ces organes sont appelés à jouer. Tantôt ce sont des prismes rectangulaires, tantôt des barreaux cylindriques, quelquefois, enfin, on emploie des tubes de fer doux.

Les ressorts antagonistes sont façonnés avec du fil de laiton contourné; on les nomme alors *ressorts à boudin;* d'autres fois on fait usage de simples lames d'acier; ce sont des *ressorts-lames;* leur force est d'ailleurs proportionnée à l'énergie de l'action qu'ils doivent contrebalancer, et presque toujours ils sont soumis à un réglage.

Conditions de fabrication des électro-aimants télégraphiques. — L'administration française impose aux constructeurs, pour la fabrication des électro-aimants qu'elle emploie, certaines conditions qu'il est utile de connaître.

« Les noyaux de fer doux, les culasses et les palettes des électro-aimants devront être parfaitements recuits et ne pas conserver de traces appréciables d'aimantation à la suite d'une transmission prolongée de signaux Morse, au moyen d'une pile fournissant 100 ampères tours par centimètre de longueur de noyaux. Ces diverses pièces ne devront plus être travaillées après le recuit.

« Il sera fait emploi, pour le montage des bobines d'électro-aimant, de fil de cuivre recouvert de soie blanche ou écrue, et dont la résistance à 0° centigrade et par millimètre de dia-

Digitized by Google

mètre ne devra pas être supérieure à 21,40 ohms. (On admet que le coefficient d'augmentation de résistance par degré centigrade est de 0,0039). La soie recouvrant le fil ne devra pas en augmenter le diamètre total de plus de 3/100 de millimètre. Ce fil sera enroulé très régulièrement. Lorsqu'il devra être placé sur des carcasses en laiton, on soudera préalablement son extrémité interne sur le tube central.

« Dans les appareils où les fils des deux bobines ne doivent pas être mis en communication par les carcasses métalliques, la résistance d'isolement entre celles-ci et les spires ne sera pas inférieure à un mégohm.

« Le fil fin garnissant chaque bobine ne pourra être formé de plus de deux bouts; la couche extérieure sera en fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu : 44/100 de millimètre).

« La bobine ainsi terminée devra être enduite d'un vernis en bitume de Judée. L'emploi de l'acide chlorhydrique est absolument interdit dans la confection des soudures des fils des électro-aimants; celui de la résine est seul admis. Ces raccords seront isolés avec le plus grand soin. L'écart entre les résistances de deux bobines d'un même récepteur ne sera pas supérieur à quatre ohms. Ces deux bobines devront, d'ailleurs, avoir le même nombre de tours de fil. »

Digitized by Google

CHAPITRE II

APPAREILS ACCESSOIRES

Serre-lames. — Bornes. — Commutateurs, commutateur rond, commutateur bavarois, commutateurs suisses, rosaces, commutateurs inverseurs (type à deux manettes parallèles, type à poignée, type à cheville Bourseul, type à manette et à ressorts). — Paratonnerres; paratonnerre à pointes mobiles, paratonnerre à papier, paratonnerre à pointes multiples et à lame isolante, paratonnerre Bertsch, paratonnerre à stries, paratonnerre à bobine sans pointes. — Galvanomètres; galvanomètres horizontaux, galvanomètres verticaux. — Sonneries; sonnerie à mouvement d'horlogerie, sonnerie à trembleur, sonnerie d'appartement avec paratonnerre. — Parleurs, Relais; parleur à indice, parleur à relais, rappel par inversion de courant, relais Froment, relais Willot.

Serre-lames. — Pour faciliter le montage des éléments de piles, on fait souvent usage de petits instruments appelés *serre-lames*. On en construit plusieurs modèles. Un cylindre en laiton porte, dans le sens de sa longueur (fig. 5), une fente permettant d'engager les lames des éléments de la pile; une vis de pression assure le contact. Les fils de communication sont engagés dans des trous, à section elliptique, pratiqués dans la masse du cylindre, au-dessus de l'entaille qui reçoit les lames des éléments de la pile; ces conducteurs sont serrés par une seconde vis de pression taraudant dans l'axe même du cylindre.

Fig. 5.
Serre-lames.

Bornes. — On appelle *bornes de raccord* ou plus simplement *bornes*, des plots métalliques, munis de vis de serrage, qui permettent de réunir, par pression, les fils conducteurs, soit entre eux, soit avec les appareils auxquels ils doivent aboutir.

Les modèles, variables à l'infini, peuvent être ramenés à quatre types principaux.

1° Un bloc métallique porte à sa partie inférieure une vis à bois destinée à le fixer sur une table ou sur le socle d'un appareil. C'est la borne dite à *queue de cochon*. Une ouverture permet d'engager les fils à réunir et une vis de pression assure la communication;

Digitized by Google

2° La borne est pourvue d'une vis à métaux qui s'engage dans un bloc en laiton et le maintient par pression sur la tablette de bois qu'elle traverse;

Ces deux dispositions sont représentées par la figure 6;

3° Un bloc métallique est encastré dans le socle en bois de l'appareil, et une vis comprime les fils à réunir entre la tête de la vis et le bloc métallique; c'est ce type que l'on rencontre le plus fréquemment dans les appareils télégraphiques;

4° Sur un socle rectangulaire en ébonite, que deux vis à bois maintiennent sur la table, s'élève une tige cylindrique en laiton (fig. 7). La première moitié de cette tige, à partir du socle, est filetée de gauche à droite; la seconde moitié, plus mince, est

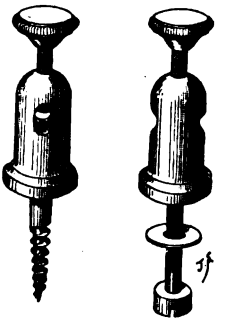


Fig. 6. — Bornes.

Fig. 7. — Borne à contre-écrou.

filetée de droite à gauche. Chacune de ces deux parties reçoit un écrou; les fils à réunir sont pincés entre l'écrou inférieur et la base métallique de la tige. Il résulte de la diversité des filetages que l'écrou supérieur immobilise l'écrou inférieur, ce dernier ne peut être desserré que si on a dévissé au préalable l'écrou supérieur. Cette borne se nomme *borne à contre-écrou sur socle en ébonite*. On en construit deux modèles qui ne diffèrent que par leurs dimensions.

Commutateurs. — *Commutateur rond*. — Le *commutateur rond* (fig. 8) se compose d'un disque en bois DD, au centre duquel s'élève une petite colonne servant d'axe à une lame de laiton R, terminée par une manette en corne N.

La lame de laiton est maintenue sur son axe par une vis de pression. Dans le but de donner de l'élasticité au système, une petite rondelle d'acier, faisant ressort, est intercalée entre la lame et son support. Une bande métallique *d*, incrustée dans le socle, unit la colonne qui supporte la manette à une borne située

Digitized by Google

sur le bord du disque; c'est sous la vis de cette borne que l'on pince le fil conducteur dont le commutateur est destiné à effectuer la permutation. Par un mouvement de rotation de la manette, on peut placer la lame de laiton sur différents plots incrustés dans le socle et garnis de vis de pression. Ces plots,

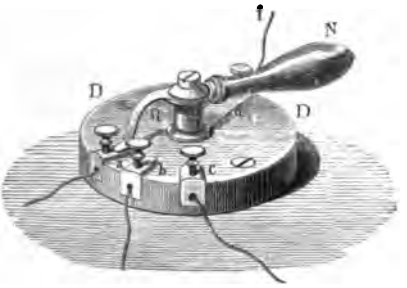


Fig. 8. — Commutateur rond.

Fig. 9. — Commutateur bavarois à 2 directions.

dont la quantité peut être variable, sont disposés, généralement au nombre de trois, *a*, *b*, *c* sur la périphérie du socle; on y attache les fils conducteurs, et il est aisé de comprendre que, suivant que la manette est posée sur le premier, le second ou le troisième plot, le courant arrivant par la bande métallique *d* à la colonne et à la lame de laiton R prend des directions différentes.

En principe, le fil f à permuter est toujours relié à la partie centrale du commutateur rond.

Commutateurs bavarois. — Les *commutateurs bavarois* (fig. 9 et 10) sont formés par des séries de blocs métalliques, disposés parallèlement sur un socle en ébonite, et par conséquent isolés les uns des autres. Une cheville formée par un tube de laiton creux et fendu dans le sens de sa longueur est garnie, à sa partie supérieure, d'une petite poignée isolante. Cette cheville, placée dans les espaces circulaires ménagés entre les blocs de laiton, fait ressort et établit un bon contact.

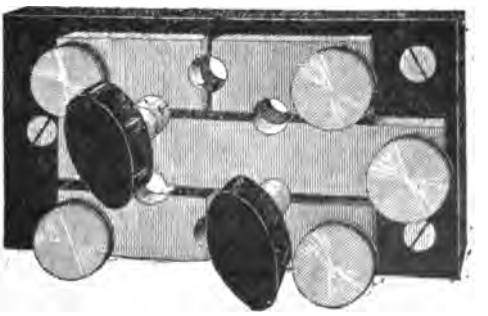


Fig. 10. — Commutateur bavarois à 4 directions.

Les différents blocs portent chacun un bouton de serrage destiné à recevoir un fil. En plaçant la cheville dans l'un quelconque

Digitized by Google

des trous, il est clair qu'on établit la communication entre les deux blocs correspondant à ce trou et, par suite, entre les fils attachés à ces blocs.

Les commutateurs bavarois, en raison même de leur mode de construction, se prêtent à une foule de combinaisons, dont le nombre dépend uniquement de la quantité des blocs placés sur le socle et du nombre de chevilles dont on dispose.

Les commutateurs bavarois les plus répandus dans les bureaux télégraphiques sont à deux ou à quatre directions. La figure 9 représente un commutateur à deux directions, la figure 10 un commutateur à quatre directions.

On remarquera que l'un des plots est plus grand que les autres; c'est à ce plot que l'on attache le fil à permuter.

Commutateurs suisses. — Bien que présentant une autre disposition, les *commutateurs suisses* sont fondés sur le même principe que les commutateurs bavarois. C'est toujours une cheville métallique réunissant deux blocs ou deux lames également métalliques.

Plaçons sur une table une série de lames de laiton disposées parallèlement. Posons sur des bouchons une seconde rangée de lames parallèles, mais dans une direction perpendiculaire à celle des premières lames. Il est clair que ces lames ne se touchent pas; il est clair aussi qu'elles n'ont entre elles aucune communication électrique, puisque le liège et le bois sont des substances isolantes; cependant, regardées d'en haut, elles se croiseront à angle droit. A chacun de ces points de croisement, pratiquons un trou dans les deux lames, nous obtiendrons ainsi une série de trous se correspondant deux à deux. Il nous suffira d'attacher des fils conducteurs ou des appareils télégraphiques aux extrémités de ces lames et de placer des chevilles métalliques dans les trous pour avoir construit un véritable commutateur suisse. En bouchant successivement tous les trous avec une ou avec deux chevilles, il est facile de se rendre compte de toutes les permutations qu'il est possible d'opérer.

Les commutateurs suisses que l'on rencontre encore dans quelques installations télégraphiques ne sont évidemment pas disposés de la sorte, et la description précédente n'est qu'une image destinée à bien faire comprendre le mode de construction de ces instruments.

Dans la pratique, les deux séries de lames ne sont pas complètement visibles. Des bandes métalliques sont disposées sur les deux faces d'un bloc de bois, fixé lui-même sur une planchette (fig. 11).

Digitized by Google

Les lames horizontales sont au niveau de la surface du bois, les lames verticales sont cachées et on n'aperçoit que leurs extrémités supérieures.

Chaque lame est munie d'une vis de serrage qui reçoit un fil de communication. Les chevilles sont analogues à celles que nous venons de décrire en traitant des commutateurs bavarois.

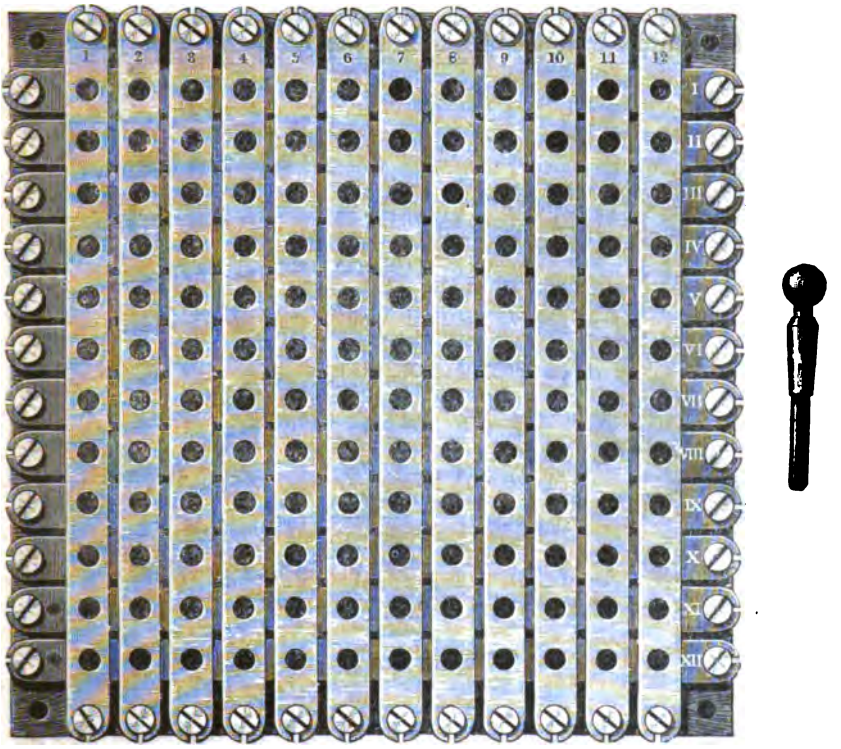


Fig. 11. — Commutateur suisse.

Rosaces. — Les grands commutateurs suisses que l'on plaçait autrefois dans les bureaux importants sont aujourd'hui remplacés par des *rosaces* (fig. 12). Ce sont de vastes commutateurs installés sur des panneaux de chêne, dont les dimensions varient suivant l'importance du bureau. Le panneau, rectangulaire ou circulaire, porte à son centre une ouverture circulaire A par laquelle passe le faisceau F des fils recouverts de gutta-percha qui aboutissent aux appareils télégraphiques. L'extrémité de chacun de ces fils, préalablement dénudée et bien décapée, est soudée à une agrafe en cuivre B à laquelle s'adapte une étiquette

Digitized by Google

en ivoire *b* portant l'indication et le numéro de l'appareil auquel aboutit le fil.

Des bornes à contre-écrou E, du modèle que nous avons déjà décrit, sont vissées sur le panneau, suivant une circonférence, ayant même centre que l'ouverture A par laquelle pénètrent les fils.

Ces bornes à contre-écrou reçoivent, d'une part, les agrafes des fils venant des appareils et, de l'autre, les fils de ligne étiquetés comme les premiers. Les fils de ligne sont prolongés

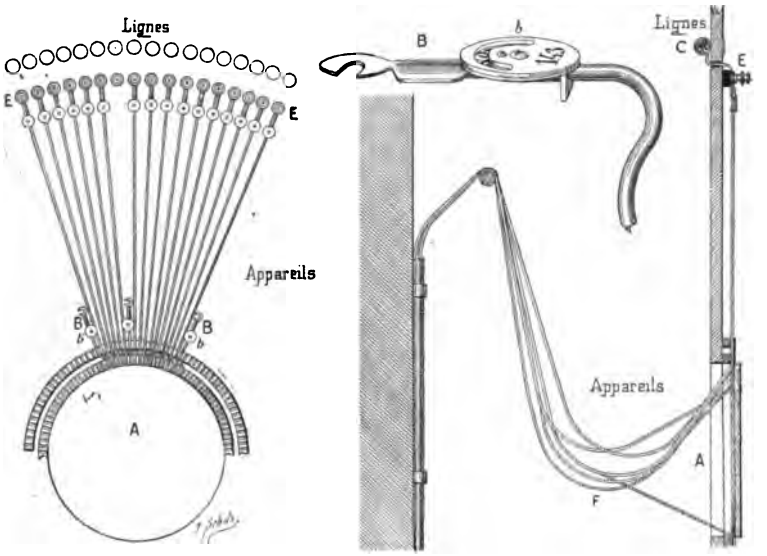


Fig. 12. — Rosace.

depuis leur entrée dans le bureau jusqu'à la rosace par des fils recouverts d'une enveloppe isolante ou par des câbles C.

Les fils de ligne restant attachés d'une manière permanente aux bornes à contre-écrou E, il est aisé, en détachant l'agrafe du fil qui conduit à un appareil déterminé, de mettre cet appareil en communication avec un fil de ligne donné; la disposition circulaire des bornes se prête admirablement à ces permutations.

On place généralement, dans les grands bureaux, une rosace pour les fils de ligne et une autre pour les fils de pile.

Commutateurs inverseurs. — Les *commutateurs inverseurs* permettent de changer rapidement le sens d'un courant, sans qu'il soit nécessaire de modifier en rien l'installation des éléments de la pile.

Digitized by Google

L'administration française en utilise quatre modèles.

Type à deux manettes parallèles. — Deux manettes métalliques, faisant ressort, *g*, *h* (fig. 13), sont montées parallèlement sur deux axes *c*, *a*; les extrémités *a* et *b* sont articulées au moyen d'une lame isolante surmontée d'un bouton *m;* en manœuvrant ce bouton, on déplace d'un même coup les deux manettes à droite ou à gauche, sans que leur parallélisme soit altéré.

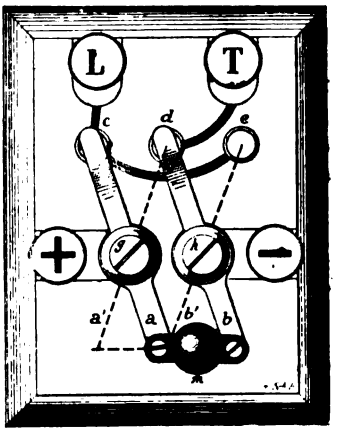


Fig. 13. — Commutateur inverseur à deux manettes.

Sur le socle en bois de l'appareil, qui supporte les axes des manettes, sont disposées quatre bornes. Les deux bornes latérales, qui correspondent aux deux pôles de la pile, sont reliées : la borne + à l'axe *g*, la borne — à l'axe *h*.

Les deux bornes supérieures, qui reçoivent l'une le fil de la ligne télégraphique ou mieux un fil qui aboutit au manipulateur, l'autre un fil en communication avec la terre, sont reliées avec trois petits plots en laiton que l'on appelle habituellement *gouttes de suif*, savoir : la borne T avec le plot *d*, la borne L avec le plot *c*, réuni lui-même au plot *e*.

Il résulte de cette disposition que : lorsque les deux manettes reposent sur les plots *c* et *d*, le pôle positif de la pile est en relation avec la ligne ou avec le manipulateur, le pôle négatif est à la terre; lorsque les deux manettes reposent sur les plots *d* et *e*, position figurée en pointillé, le pôle positif de la pile est à la terre et le pôle négatif en relation avec la ligne ou avec le manipulateur.

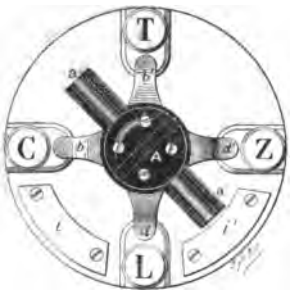
Type à poignée. — Un axe central A (fig. 14), commandé par une poignée *aa'*, supporte deux ressorts métalliques *bb'*, *dd'*, juxtaposés, isolés l'un de l'autre, et dont la forme est représentée en B. Sur le disque en bois qui supporte l'axe A, et suivant deux diamètres perpendiculaires de ce disque, sont disposées quatre bornes marquées L, T, C, Z; le fil de ligne, le fil de terre, le pôle positif et le pôle négatif de la pile sont respectivement attachés à ces quatre bornes.

Il est évident que, dans la position figurée, L communique avec Z et T avec C. En faisant tourner la poignée *aa'* de 90° dans

Digitized by Google

un sens ou dans l'autre, L communiquera avec C, T avec Z.

Les deux plaques *i*, *i'* sont en os; elles sont destinées à recevoir des étiquettes.



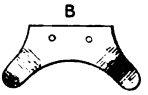


Fig. 14. — Commutateur inverseur à poignée.

Type à cheville Bourseul. — L'inverseur Bourseul est un commutateur à cheville. Quatre plots en laiton (fig. 15), de forme trapézoïdale, sont vissés sur un socle en ébonite. Chacun de ces plots porte une borne de serrage et la disposition qu'ils affectent sur le socle en ébonite est celle d'un carré de laiton dont on aurait enlevé les diagonales ainsi qu'un carré central; les quatre plots sont donc bien isolés les uns des autres.

La fiche (fig. 16), qui doit être introduite dans le carré central, a une forme particulière, que l'on peut comparer à celle d'un carré dont on aurait abattu deux angles opposés. Les deux angles qui restent sont garnis de pièces de laiton A, B, cuirassant, en quelque sorte, ces deux angles droits. Comme dans le commutateur précédent, les vis de serrage des quatre plots sont marquées L, T, C, Z, et reçoivent les mêmes fils de communication. Il est bien évident, dès lors, qu'en plaçant la cheville dans le sens d'une des diagonales du carré ou bien dans l'autre, on réalisera l'une des deux combinaisons suivantes : L avec C, T avec Z ou bien L avec Z, T avec C.

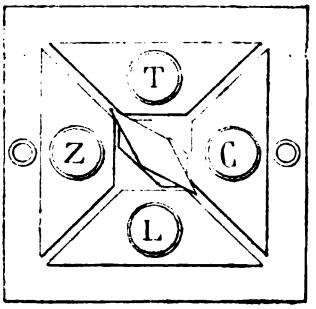


Fig. 15. — Commutateur inverseur à cheville Bourseul.

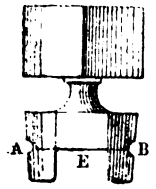


Fig. 16. — Cheville du commutateur Bourseul.

Type à manette et à ressorts. — Ce modèle, le dernier construit, est aussi le plus compliqué. Au centre d'un disque en bois servant de socle, une manette AB peut être déplacée entre les butées *a*, *b* (fig. 17) marquées Z, C en gros caractères. Quatre bornes, disposées suivant des diamètres perpendiculaires, portent les lettres L, T, Z, C, qui rappellent leur affectation (ligne, terre, zinc, cuivre).

Digitized by Google

Le socle est évidé en dessous, et c'est dans cet évidement, par conséquent bien préservés, que se trouvent les organes du commutateur.

Les quatre vis L, T, Z, C, taraudent dans les quatre plots *l*, *t*, *z*, *c*, dont chacun porte un ressort recourbé. Les quatre ressorts R_1, R_2, R_3, R_4, dont les extrémités sont garnies de forts contacts en argent, s'appuient sur une pièce centrale E. Cette pièce centrale est en ébonite; elle est montée sur l'axe *o* de la manette extérieure et, par le jeu d'un ressort à boudin R, fixé en *r* et en *r'*, elle maintient la manette AB appliquée contre l'une

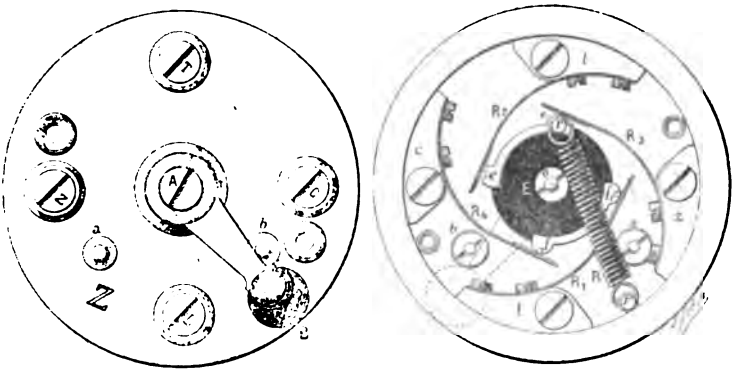


Fig. 17. — Commutateur inverseur à manette et à ressorts.

ou l'autre des butées *a*, *b*. La pièce E est garnie de deux pièces métalliques ff_1, ee_1, dont les parties saillantes, munies de contacts en platine, sont pressées par les ressorts recourbés R_1, R_2, R_3, R_4. Ces contacts à friction sont nettoyés par la manœuvre même du commutateur. Quand la manette AB est appuyée contre la butée *b*, R_1 est en relation avec R_4 par la pièce ff_1 et R_2 avec R_3, par la pièce ee_1, comme dans la figure; alors le pôle positif de la pile communique avec la ligne et le pôle négatif avec la terre.

Quand la manette AB est appuyée contre la butée *a*, R_3 est en relation avec R_1 par la pièce ff_1 et R_2 avec R_4 par la pièce ee_1; alors le pôle négatif de la pile communique avec la ligne et le pôle positif avec la terre.

Paratonnerres. — *Paratonnerre à pointes mobiles.* — Le *paratonnerre à pointes mobiles* se compose de deux plaques en laiton, placées verticalement sur un socle en bois (fig. 18). Pour donner plus de solidité à l'instrument, on réunit ordinairement

Digitized by Google

ces deux plaques, à leur partie supérieure, par un petit cylindre en matière isolante (ivoire ou ébonite), mais cette disposition n'est pas indispensable. Les deux plaques doivent être complètement isolées l'une de l'autre; c'est une condition essentielle.

Fig. 18. — Paratonnerre à pointes mobiles.

Chacune des plaques est traversée par trois vis mobiles, terminées par des pointes en platine très acérées. Chaque pointe est placée le plus près possible de la plaque opposée, sans toutefois la toucher. L'une des bornes supérieures reçoit le fil de ligne, la borne inférieure vissée sur la même plaque est affectée au fil qui conduit au récepteur; à l'une quelconque des bornes de la plaque opposée est attaché un fil communiquant avec la terre.

Ce paratonnerre est fondé sur le *pouvoir des pointes*. Le courant électrique des piles employées en télégraphie n'a pas une tension assez forte pour franchir l'espace compris entre les pointes et les plaques. Il en résulte que, en temps normal, le courant traverse la plaque à laquelle est attaché le fil de ligne et celui qui conduit au récepteur; il fait fonctionner ce dernier. Mais si, pendant les temps orageux, la ligne est surchargée d'électricité, cette électricité ne trouve plus un écoulement assez rapide à travers les appareils de transmission, s'accumule sur les pointes et une décharge a lieu entre celles-ci et les plaques opposées.

Cette décharge s'effectue sous forme d'étincelles et développe une chaleur considérable; c'est pour cela que les vis sont terminées par des pointes en platine, métal qui résiste le plus à la fusion. La déformation des pointes par la chaleur pourrait, en effet, amener un transport métallique qui aurait pour conséquence la réunion des deux plaques précédemment isolées et constituerait un dérangement dans le paratonnerre. Le platine, d'ailleurs, ne s'oxyde pas à l'air, de sorte que les pointes

Digitized by Google

fabriquées avec ce métal sont toujours parfaitement conductrices.

Pour vérifier si le paratonnerre est en bon état, il faut s'assurer que les pointes ne touchent pas les plaques opposées; il suffit pour cela de faire glisser le long de la plaque une mince feuille de papier qui doit passer librement en regard de chaque pointe. Il existe une seconde méthode de vérification basée sur les propriétés des miroirs. La surface des plaques étant polie, chaque pointe donne naissance à une image sur la plaque qui lui fait face et qui agit alors comme une glace. Pour conclure qu'il n'existe aucun point de contact entre les deux plaques, il suffit de se placer obliquement et de constater que chaque pointe est séparée de son image.

Les pointes de ce paratonnerre peuvent être facilement remplacées, lorsqu'elles sont en mauvais état, et tout l'appareil est généralement enfermé dans une boîte vitrée qui le préserve de la poussière.

Paratonnerre à papier. — Les effets mécaniques de l'électricité statique ont donné l'idée du *paratonnerre à papier*, qui n'est en réalité que la reproduction de l'expérience des cours de physique connue sous le nom de *perce-carte* et présentée sous une autre forme.

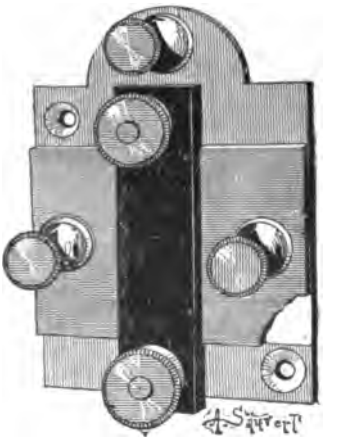


Fig. 19. — Paratonnerre à papier.

Deux plaques de laiton, maintenues serrées par une planchette de bois et par deux vis de pression (fig. 19), sont séparées seulement par une feuille de papier. La plaque supérieure reçoit le fil de ligne et celui qui conduit aux appareils, la plaque inférieure est en communication avec la terre.

Dans les conditions normales, le courant traverse la plaque supérieure et se rend au récepteur; la décharge électrique, au contraire, perce la feuille de papier et l'électricité s'écoule dans le sol. De même que dans le paratonnerre à pointes mobiles, un transport métallique, occasionné par l'étincelle électrique, établit parfois une communication entre les deux plaques; c'est une des causes de dérangement les plus fréquentes. On ne saurait donc trop recommander de vérifier avec soin, après les orages, les paratonnerres de cette

Digitized by Google

nature. Cependant, de ce que la feuille de papier a été percée, même en plusieurs endroits, il ne faudrait pas conclure que le paratonnerre est forcément inefficace. Pour que cet instrument soit momentanément hors de service, il faut non seulement que la feuille de papier ait été perforée, mais encore que les deux plaques métalliques communiquent entre elles. Dans ce cas, il suffit de remplacer la feuille de papier pour remettre le paratonnerre en bon état.

On vérifie un paratonnerre à papier en mettant les deux pôles d'une pile en relation avec les deux plaques métalliques du paratonnerre; le circuit de la pile doit rester ouvert; on constate ce fait en intercalant un galvanomètre entre la pile et le paratonnerre; l'aiguille du galvanomètre ne doit pas dévier si le paratonnerre est bon.

Paratonnerre à pointes multiples et à feuille isolante. — Cet instrument résulte de la combinaison des deux précédents. Une plaque de laiton BB′ (fig. 20) reçoit en B un fil communiquant avec la terre. Cette plaque est réunie par deux boulons, à une seconde plaque en laiton C, garnie de pointes en fer (la plaque C porte 288 pointes).

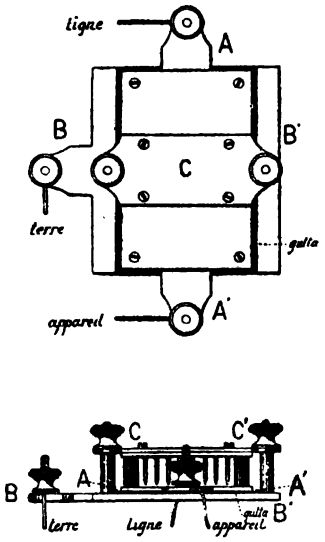


Fig. 20. — Paratonnerre à pointes multiples et à feuille isolante.

Une troisième plaque de laiton AA′ est interposée entre les deux autres, et en est isolée d'un côté par des rondelles d'ébonite, de l'autre par une lame très mince de gutta-percha ou de mica. La distance qui sépare de la plaque AA′ les pointes de la plaque C est de 1/2 millimètre.

Les bornes A, A′ reçoivent respectivement le fil de ligne et celui qui va aux appareils.

Le courant de la pile n'est pas assez énergique pour franchir la distance qui existe entre les pointes et la plaque AA′, ni pour se frayer un passage à travers la lame de gutta-percha; la foudre surmonte aisément ces obstacles, et déverse dans le sol le flux d'électricité accumulé sur la ligne.

Pour que le paratonnerre soit en bon état, il faut que la plaque AA′ soit complètement isolée de la plaque C et de la plaque BB′;

Digitized by Google

on s'en assure, comme pour le paratonnerre à papier, à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre mis en relation avec les plaques BB', AA'.

Paratonnerre Bertsch. — Le paratonnerre Bertsch (fig. 21) est un paratonnerre à pointes multiples, employé surtout aux points de raccordement des lignes aériennes avec les lignes souterraines.

Deux plaques métalliques, dont chacune est garnie d'un grand nombre de pointes, sont placées en regard l'une de l'autre et isolées par de petites colonnes en ébonite. Cet assemblage peut

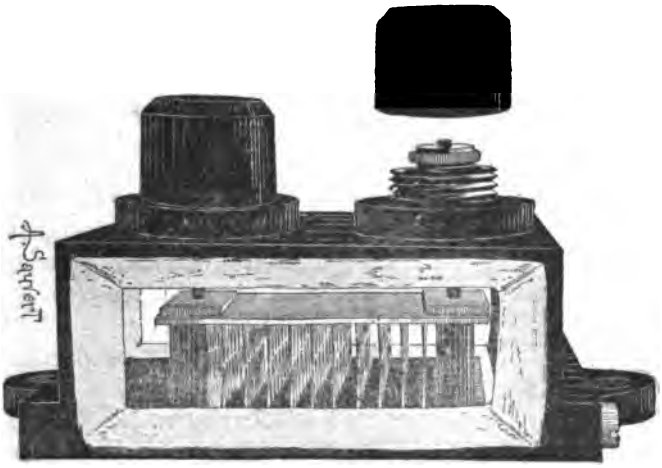


Fig. 21. — Paratonnerre Bertsch.

être comparé à deux peignes à carder, séparés par un court espace. L'écartement maximum entre les pointes des deux plaques opposées est fixé à 1 millimètre.

Ce paratonnerre est renfermé dans une boîte en fonte, garnie d'œillets qui permettent de la visser sur une boiserie.

La plaque supérieure du paratonnerre n'a aucun contact avec la boîte en fonte; elle est munie de deux bornes isolées par des rondelles en ébonite; ces bornes reçoivent les fils de ligne; elles sont souvent recouvertes par des bouchons en ébonite qui se vissent au dessus.

La plaque inférieure est en relation avec la boîte en fonte qui, elle-même, est mise en communication avec la terre.

Le fonctionnement de ce paratonnerre est analogue à celui du paratonnerre à pointes mobiles; des glaces latérales permettent

Digitized by Google

de s'assurer que les pointes des deux plaques ne se touchent pas.

Paratonnerre à stries. — L'intersection de deux lignes droites étant un point, on a été conduit à admettre que les arêtes vives de deux surfaces métalliques jouiraient, en se croisant, des mêmes propriétés électriques que les pointes, c'est-à-dire laisseraient écouler l'électricité à haute tension dont elles seraient chargées. L'expérience a démontré qu'il en était ainsi. Le paratonnerre à stries, établi d'après ce principe, est formé par deux plateaux en laiton A, B (fig. 22) rayés, l'un longitudinalement, l'autre transversalement et distants de 1/2 millimètre. Les stries, profondes de 2 millimètres environ, sont à arêtes vives. Le nombre des points de croisement est évidemment égal au nombre des arêtes longitudinales multiplié par celui des arêtes transversales. Si, comme nous l'avons dit, chaque point de croisement a les mêmes propriétés qu'une pointe, nous nous trouvons en présence d'un paratonnerre à pointes multiples.

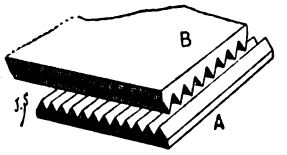


Fig. 22. — Disposition des plaques du paratonnerre à stries.

La forme générale de ce paratonnerre (fig. 23) rappelle beaucoup celle du paratonnerre Bertsch; son emploi est le même.

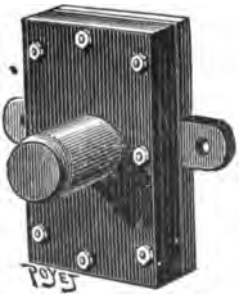


Fig. 23. — Paratonnerre à stries.

La plaque inférieure, striée longitudinalement, fait corps avec un patin métallique, garni de deux oreilles qui permettent de le fixer. Ce patin est en relation avec la terre. Il porte deux glissières en ébonite entre lesquelles est engagée la plaque. supérieure, striée transversalement. Cette dernière est surmontée par une ou deux bornes à contre-écrou qui reçoivent les fils de ligne. Le tout est protégé par un couvercle en ébonite.

On construit un autre modèle de paratonnerre à stries, spécialement affecté aux appareils Morse de télégraphie militaire.

Paratonnerre à bobine sans pointes. — Les paratonnerres à pointes n'étant pas toujours suffisants pour protéger d'une manière efficace les télégraphistes et les appareils, on a dû introduire un second instrument préservateur sur le parcours du fil conducteur. Cet appareil, dont tous les bureaux français sont pourvus, a reçu les formes les plus variées, et comme il

Digitized by Google

est toujours accompagné d'un commutateur, on l'appelle quelquefois *commutateur à fil préservateur.*

Le paratonnerre, en lui-même, se compose d'un petit cylindre formé de trois parties métalliques, séparées par deux rondelles isolantes (fig. 24.)

Fig. 24. — Bobine de paratonnerre.

Les pièces extrêmes sont munies de vis de pression. Une rainure en hélice contourne la surface du cylindre. Dans ces conditions, la pièce métallique centrale est complètement isolée des pièces extrêmes qui, à plus forte raison, ne communiquent pas entre elles; mais si, dans la rainure hélicoïdale, on place un fil de fer *très mince* (1/10 de millimètre de diamètre environ) recouvert de soie; si on dénude les extrémités de ce fil et qu'on les assujettisse sous les vis de pression, les parties extrêmes du cylindre communiqueront métalliquement entre elles, sans que pour cela la pièce centrale cesse d'être isolée. Si donc, nous mettons la pièce de gauche en relation avec une ligne télégraphique, la pièce de droite avec un récepteur, la pièce centrale avec la terre, un courant arrivant par la gauche suivra le fil de fer recouvert de soie, et, ressortant par la droite, fera fonctionner le récepteur.

Si, au lieu du courant de la pile, c'est une décharge d'électricité atmosphérique qui traverse le fil de fer placé dans la rainure hélicoïdale, ce conducteur, en raison de son faible diamètre, opposera une résistance considérable au flux électrique, s'échauffera et rougira même; la soie qui l'enveloppe sera brûlée et le conducteur, mis à nu, déversera dans le sol, par l'intermédiaire de la pièce centrale, l'électricité dont il est chargé. Ces faits étant prouvés par l'expérience, il s'agissait d'installer l'instrument d'une manière commode dans l'intérieur des postes.

Une planchette en bois (fig. 25) porte trois bornes creuses, isolées les unes des autres et destinées à recevoir le cylindre dont nous avons parlé; trois vis de pression maintiennent ce cylindre dans une position fixe. Il est clair que, lorsque le cylindre est mis en place, les bornes extrêmes communiquent par l'intermédiaire du fil de fer ténu, et qu'au contraire la borne centrale reste isolée.

Vers le milieu de la planchette se trouvent l'axe et la manette d'un commutateur analogue au commutateur rond, précédemment décrit. Cette manette peut être placée sur les pièces de contact A ou T. La pièce de contact A est reliée à la borne creuse

Digitized by Google

la plus éloignée; la pièce T est réunie à la borne creuse du milieu. En arrière de la manette, on aperçoit trois autres bornes qui reçoivent les fils de communication. Celle qui, sur la figure, se trouve au premier plan, communique directement avec la borne creuse située aussi au premier plan; elle reçoit le fil qui va au récepteur; la borne du milieu est réunie à l'axe de la manette; elle reçoit le fil de ligne; la troisième borne enfin est en relation avec la pièce T, elle reçoit le fil de terre.

Lorsque la manette est placée sur le contact A, le courant

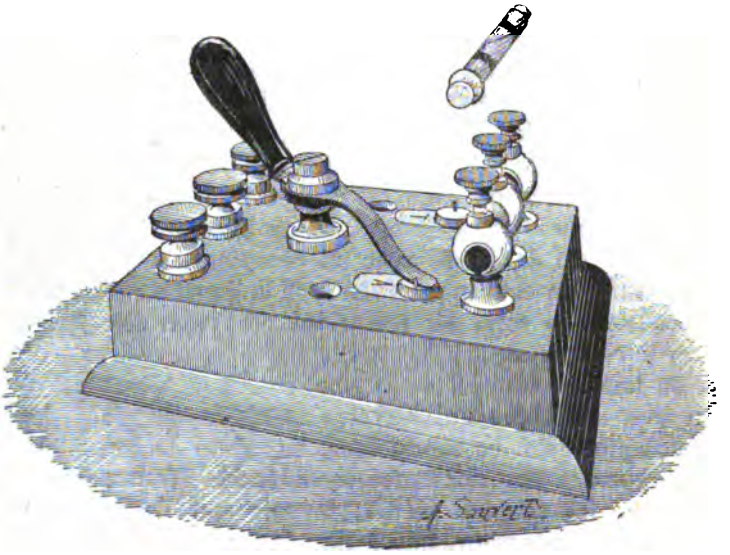


Fig. 25. — Paratonnerre à bobine sans pointes ou commutateur à fil préservateur.

venant de la ligne se rend au récepteur en traversant le fil de fer dont est garnie la rainure hélicoïdale du paratonnerre.

Lorsque la manette est placée sur le contact T, le courant venant de la ligne se rend directement à la terre.

On voit aisément que, lorsque l'enveloppe de soie du fil de fer est brûlée, l'électricité se répand dans le sol par la borne creuse du milieu, le plot T et la borne à laquelle est attaché le fil de terre; mais il peut arriver que le fil, échauffé à l'excès par la décharge fonde et se brise. Pour parer à cette éventualité, la borne creuse centrale est garnie d'un tube qui dépasse des deux côtés, de sorte que le fil fondu vient, en se déroulant, toucher la paroi de ce tube et communique encore avec la terre.

La vérification de ce paratonnerre se fait avec la plus grande

Digitized by Google

facilité, dans les postes installés avec le système Morse, au moyen du manipulateur; nous reviendrons à l'occasion sur ce procédé. La vérification peut aussi se faire à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre; on touche les deux parties extrêmes du cylindre avec les deux pôles de la pile, le galvanomètre doit dévier; on touche ensuite chacune des parties extrêmes en même temps que la partie centrale; l'aiguille du galvanomètre doit rester immobile.

Dans un autre paratonnerre à bobine, on a adopté la disposition des commutateurs bavarois. Les trois bornes creuses (fig. 26) maintiennent sous leurs vis de pression la bobine du paratonnerre. Le fil de ligne est attaché à la borne *ligne*, le fil allant aux appareils à la borne *appareil*, le fil de terre à la borne *terre*. A ces différentes bornes sont réunies des lames métalliques, incrustées dans le socle de l'instrument, et ces lames sont séparées par des intervalles vides, arrondis pour recevoir une cheville métallique semblable à celle des commutateurs bavarois.

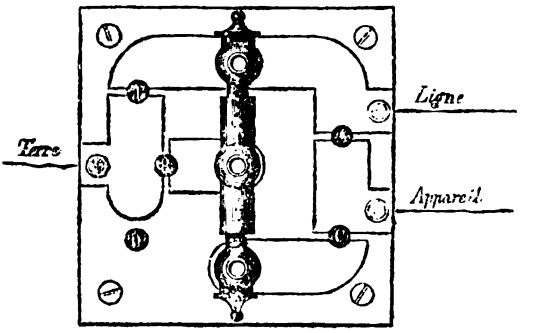


Fig. 26. — Paratonnerre à bobine sans pointes avec commutateur à chevilles.

Pour manœuvrer ce paratonnerre, il faut deux fiches semblables dont l'une, dans certains cas, peut rester dans un trou D, où elle est isolée, et qui constitue un trou de repos.

En plaçant une cheville dans le trou A, la ligne est en relation avec les appareils, sans que le paratonnerre soit dans le circuit, la seconde fiche peut être indifféremment dans les trous B ou D.

En plaçant l'une des chevilles dans le trou C, et l'autre dans le trou B, la ligne est encore en relation avec les appareils, mais par l'intermédiaire du paratonnerre.

En plaçant l'une des fiches dans le trou T, la ligne est directetement à la terre.

Un paratonnerre analogue est plus spécialement affecté aux installations de l'appareil Hughes et de l'appareil Baudot.

Le fil de ligne est attaché à la borne L (fig. 27), le fil de terre à la borne T. La borne G est reliée par l'intermédiaire d'un galva-

Digitized by Google

nomètre à la borne L'. Un appareil Morse communique avec la borne M, une sonnerie avec la borne S, enfin l'appareil Hughes ou l'appareil Baudot sont rattachés à la borne H. La bobine du paratonnerre est intercalée entre les bornes L et G.

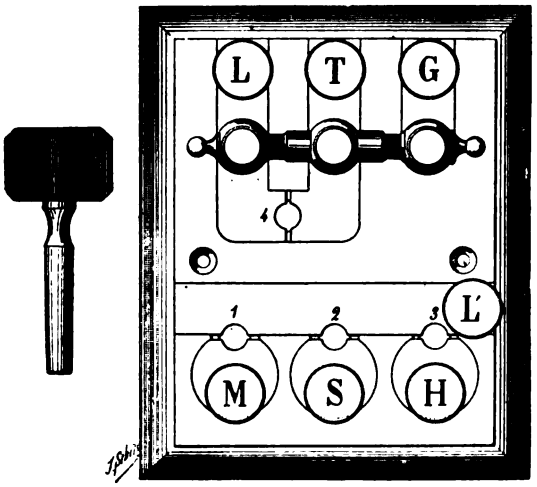


Fig. 27. — Paratonnerre Delatre.

Si on place la cheville métallique dans le trou 4, la ligne est directement à la terre par L, T.

Si on place la cheville dans le trou 1, la ligne est en relation avec l'appareil Morse par L, paratonnerre, G, galvanomètre, L', M.

Si on place la cheville dans le trou 2, la ligne est sur sonnerie par L, paratonnerre, G, galvanomètre, L', S.

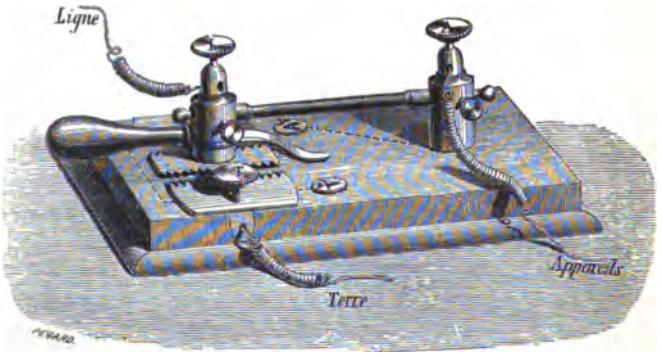


Fig. 28. — Paratonnerre à fil préservateur et à peignes.

Enfin, en plaçant la cheville dans le trou 3, la ligne communique avec l'appareil Hughes ou avec l'appareil Baudot par L, paratonnerre, G, galvanomère, L', H.

On appelle ce paratonnerre paratonnerre Delatre, du nom de son inventeur

Digitized by Google

Il existe beaucoup d'autres modèles de paratonnerres à fil préservateur; les uns se placent horizontalement sur les tables, les autres verticalement.

La figure 28 représente un des types que l'on rencontre le plus communément dans les gares. Le fil préservateur est renfermé dans un tube en verre, assujetti entre deux bornes L et A recevant le fil de ligne et celui qui va aux appareils. La manette permet de mettre directement la ligne sur appareil ou à la terre; il suffit de la placer sur l'un ou l'autre des plots marqués A et T. Enfin, deux plaques métalliques, en forme de peigne, remplissent l'office de paratonnerre à pointes; l'une est constamment en relation avec la ligne, l'autre avec la terre.

Galvanomètres. — Sans tenir compte des galvanomètres de précision utilisés, à titre exceptionnel, dans la télégraphie pra-

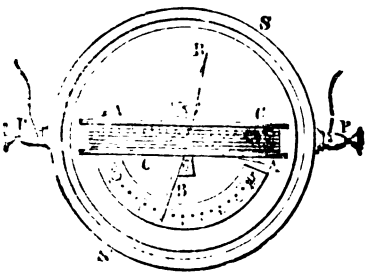


Fig. 29. — Galvanomètre horizontal.

Fig. 30. — Galvanomètre horizontal.

tique, nous diviserons ceux qui sont employés pour le service courant en *galvanomètres horizontaux* et *galvanomètres verticaux*.

Galvanomètres horizontaux. — Un fil de cuivre recouvert de soie est enroulé régulièrement autour d'un cadre allongé, en bois, CC (fig. 29) garni de deux joues. Les extrémités du fil, préalablement dénudées, aboutissent à deux bornes PP, vissées, comme le cadre, sur un socle en bois SS'.

Au centre du cadre se trouve un pivot qui supporte une aiguille aimantée AA, garnie d'une chape en agate. Une seconde aiguille BB, en laiton, fixée à angle droit sur l'aiguille aimantée, reproduit toutes les oscillations de cette dernière. Le courant est évidemment sans action sur cette aiguille de laiton, et elle se déplace uniquement parce qu'elle fait corps avec l'aiguille aimantée. Un cadran métallique gradué est disposé au-dessous de l'une des pointes de l'aiguille en laiton; le zéro est situé au

Digitized by Google

milieu du cadran et la graduation est indiquée, de chaque côté, jusqu'à 60 degrés.

Les galvanomètres horizontaux, placés sur le trajet des fils conducteurs, doivent être orientés, c'est-à-dire disposés de telle sorte que, sous l'action directrice de la terre, l'aiguille aimantée soit dans l'axe du cadre en bois; l'aiguille en laiton est alors sur le zéro du cadran gradué. Si un courant électrique traverse le fil de cuivre recouvert de soie du galvanomètre, l'aiguille aimantée est déviée, exécute une série d'oscillations et finalement s'arrête après s'être déplacée d'un angle de 15°, par exemple; l'aiguille de laiton reproduit, dans une direction perpendiculaire, les mêmes oscillations et s'arrête sur la division 15 du cadran gradué. Un courant plus énergique donnerait une déviation plus grande; en comparant les déviations obtenues à l'aide de différents courants, on a donc le moyen d'apprécier le degré d'intensité de chacun d'eux.

Les galvanomètres employés dans les bureaux télégraphiques sont appropriés aux courants qui doivent les traverser; ainsi, un courant très faible ne produirait dans ces galvanomètres qu'une déviation nulle ou insignifiante; un courant très fort fournirait au contraire une déviation assez grande pour que l'aiguille vienne battre contre les bords du cadre; dans ce dernier cas, on dit que le *galvanomètre* ou la *boussole renverse*.

Le modèle de galvanomètre horizontal le plus ordinairement employé dans les bureaux d'une certaine importance est représenté par la figure 30; il est protégé par une boîte cylindrique en laiton, recouverte d'une glace qui permet d'observer les déviations de l'aiguille. Deux pattes, adaptées au socle, servent à le visser sur la table.

Le diamètre du fil conducteur, en faisant abstraction de son enveloppe de soie, est de 44/100 de millimètre; le nombre des spires autour du cadre en bois est de 48, formant quatre couches superposées; la résistance électrique est d'environ 80/100 d'ohm.

Pour les commodités du service, ce galvanomètre a quelquefois besoin d'être exhaussé; on adapte alors sous le socle une borne à écrou que l'on serre sur une équerre en laiton, vissée d'autre part sur une cloison verticale.

Galvanomètres verticaux. — Ce que nous venons de dire des galvanomètres horizontaux peut s'appliquer aux galvanomètres verticaux; toutefois, ceux-ci n'ont pas besoin d'être orientés.

Le modèle de galvanomètre vertical renfermé dans une boîte en bois tend à disparaître; on le transforme au fur et à mesure que les instruments ont besoin de réparations.

Digitized by Google

Dans ce modèle, deux cadres verticaux sont juxtaposés; ils sont garnis de 2800 spires de fil de cuivre recouvert de soie. Le diamètre du fil nu est de 21/100 de millimètre et la résistance des 2800 spires atteint 250 ohms. Entre les deux bobines, un axe horizontal, librement suspendu, porte deux aiguilles parallèles; l'une, aimantée, est placée entre les deux cadres, de façon à pouvoir pénétrer, en s'inclinant, à l'intérieur de ces cadres; l'autre, servant d'indicateur, est disposée en avant des cadres et se meut sur un cadran vertical gradué. Le fil recouvert aboutit à deux bornes, au moyen desquelles on peut introduire l'instrument dans le circuit du fil de ligne.

Un bouton, situé à la partie supérieure de la boîte, sert à manœuvrer un petit barreau aimanté que l'on désigne sous le nom d'*aimant directeur* et qui permet de ramener au zéro l'aiguille indicatrice lorsqu'elle s'en est écartée, soit par suite de l'inclinaison de l'instrument, soit pour toute autre cause; il suffit pour cela de tourner le bouton dans le sens convenable jusqu'à ce que le barreau, agissant sur l'aiguille aimantée, la maintienne sur le zéro de la graduation.

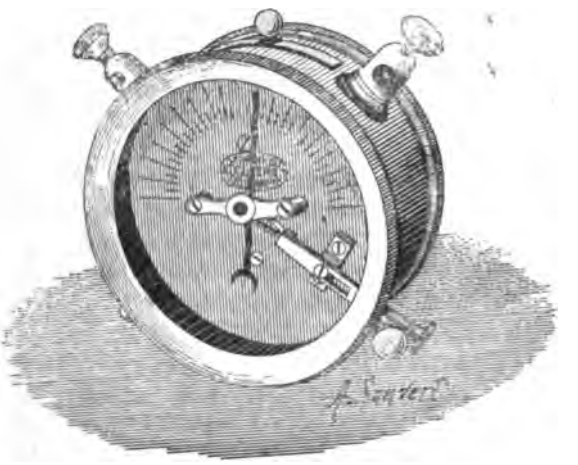


Fig. 31. — Galvanomètre vertical.

Deux pièces métalliques, incrustées dans le socle du galvanomètre, permettent d'annuler la résistance du fil des cadres en établissant un court-circuit entre les bornes. Si on réunit par une cheville métallique ces deux plaques, qui communiquent aux bornes de serrage, le courant passe directement de l'une à l'autre, sans traverser le fil enroulé autour des cadres qui lui offre une résistance bien plus considérable.

L'équipage électro-magnétique du galvanomètre vertical est quelquefois renfermé dans une boîte en cuivre, garnie d'une glace sur le devant. On emploie ce modèle, soit comme galva-

Digitized by Google

nomètre vertical, soit comme galvanomètre horizontal, monté sur une équerre. Le bouton que l'on aperçoit à la partie supérieure de la figure 31 commande les mouvements de l'aimant directeur; c'est un petit verrou que l'on déplace à droite ou à gauche et qui entraîne l'aimant avec lui. Souvent les bornes dessinées sur la figure sont reportées sur le socle auquel le galvanomètre est fixé. Souvent aussi, comme dans la figure 31, une fourchette métallique permet d'immobiliser l'aiguille pendant les transports; cette fourchette agit par pression sur l'axe de suspension de l'aiguille lorsqu'on manœuvre le bouton situé à l'extérieur.

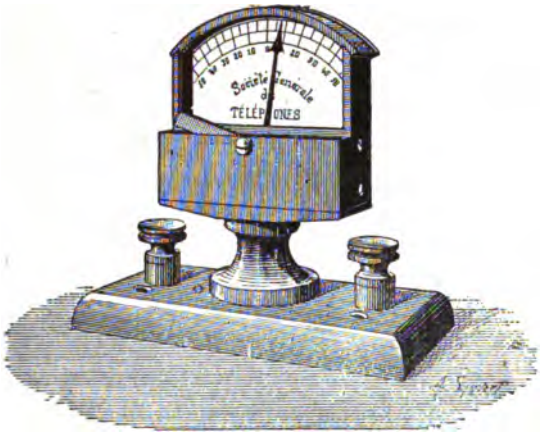


Fig. 32. — Galvanomètre vertical.

Dans ce type de galvanomètre, le nombre des spires est de 400, le diamètre du fil nu de 21/100 de millimètre, la résistance électrique de 16 ohms.

Enfin, dans beaucoup de postes municipaux, on trouve encore un galvanomètre vertical représenté par la figure 32. Dans ce modèle, le barreau aimanté, ainsi que le cadre recouvert de fil, sont horizontaux; l'aiguille indicatrice est verticale.

Sonneries. — *Sonnerie à mouvement d'horlogerie.* — Les sonneries à mouvement d'horlogerie ne sont plus employées, en France, que dans certaines gares de chemins de fer.

L'organe électrique est un électro-aimant avec son armature, et le rôle de l'électricité consiste uniquement à produire le déclenchement d'un mouvement d'horlogerie; dès que celui-ci est en marche, le fonctionnement de l'appareil devient purement mécanique. Le tintement de la sonnerie est d'autant plus précipité que la rotation du mécanisme d'horlogerie est elle-même plus rapide. Au moment du déclenchement, un échappement laisse sortir hors de la boîte un index sur lequel est inscrit le mot *répondez*. De cette façon, si le télégraphiste est absent et que le mouvement d'horlogerie soit arrêté lors de sa rentrée, il

Digitized by Google

voit immédiatement que son correspondant l'a appelé. L'index reste d'ailleurs en dehors de la boîte tant que l'employé ne l'a pas replacé à son cran d'arrêt.

L'armature A (fig. 33) oscillant autour de l'axe V, en regard des pôles de l'électro-aimant, porte à sa partie supérieure une tige *t* et un ressort *v*, commandé par la vis *h* qui pousse la pointe de la tige *t* sous un levier dont on voit l'extrémité émerger en

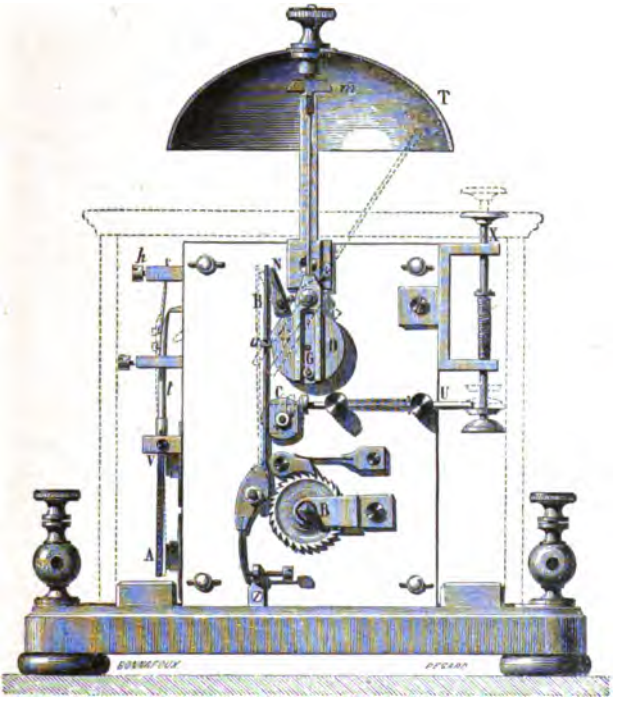


Fig. 33. — Sonnerie à mouvement d'horlogerie.

dehors de la platine de la sonnerie. Si l'armature est attirée, ce levier bascule et le mécanisme d'horlogerie se met en marche.

La roue D porte une goupille G qui s'engage dans une fourchette faisant partie de la tige d'un marteau *m*, mobile autour d'un axe. La roue D et sa goupille G jouent, par rapport au marteau, le même rôle qu'un excentrique, et cet organe, par sa rotation, communique au marteau un mouvement de va-et-vient qui l'amène à frapper, à droite et à gauche, sur un timbre T situé au-dessus de la boîte de la sonnerie. C'est au moment où se produit le premier coup de timbre que l'index portant le mot

Digitized by Google

répondez apparaît dans un évidement de la boîte disposé à cet effet.

Sonnerie à trembleur. — Le bruit produit par la ***sonnerie à trembleur*** est le résultat d'émissions et d'interruptions successives de courant produites automatiquement dans l'intérieur de l'instrument. Ainsi, si on envoie un courant permanent dans une sonnerie à trembleur, ce courant est successivement interrompu et rétabli par le fonctionnement même de la sonnerie.

Un électro-aimant E E (fig. 34) est fixé horizontalement le long des parois verticales d'une boîte en bois. L'armature A, munie d'un marteau *m* à sa partie supérieure, est montée sur un ressort assujetti à une pièce métallique M. Un second ressort R vient s'appuyer sur l'armature.

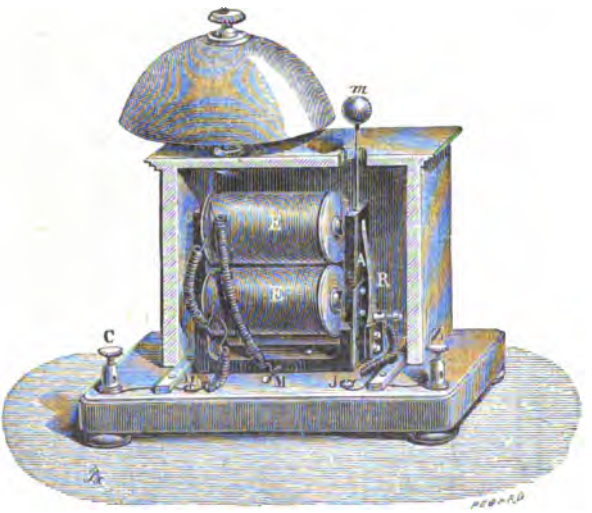


Fig. 34. — Sonnerie à trembleur.

La face supérieure de la boîte porte un timbre. Les bornes Z, C sont vissées sur le socle.

Le fil des bobines de l'électro-aimant communique d'une part à la borne C, de l'autre à la pièce métallique M; le ressort R est relié à la borne Z. Dans ces conditions, un courant entrant par la borne Z suit le trajet Z J R A M E E D C.

Supposons qu'un courant continu traverse ce circuit et examinons ce qui se passe :

Au moment où ce courant traverse les bobines de l'électro-aimant, les noyaux s'aimantent, l'armature est attirée et le marteau *m* frappe sur le timbre. Mais, en exécutant son mouvement dans la direction des noyaux, l'armature a abandonné le ressort R, et le circuit est interrompu à cet endroit; l'électro-aimant perdant ses propriétés magnétiques, l'armature cesse d'être attirée, est ramenée en arrière par le ressort sur lequel elle est montée, s'appuie sur le ressort R, et le circuit est de

Digitized by Google

nouveau fermé; de là, nouvelle attraction de l'armature, nouveau coup de timbre, nouvelle interruption de courant, et ainsi de suite. Ces interruptions répétées du circuit produisent un mouvement de va-et-vient très rapide, une sorte de tremblement de l'armature, ce qui a fait donner à l'instrument le nom de *sonnerie à trembleur* ou de *trembleuse*.

Le timbre est mobile dans une glissière, et sa position peut être réglée à l'aide d'un écrou.

La figure 35 représente un second modèle de sonnerie à trembleur dont le mécanisme diffère peu du précédent. Le ressort destiné à ouvrir et à fermer le circuit est vissé sur l'armature et entraîné dans le mouvement de celle-ci. Un simple coup d'œil jeté sur la figure suffit pour en faire comprendre le mécanisme.

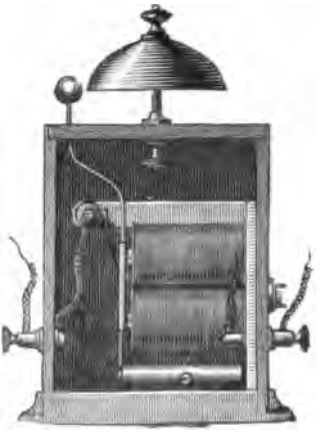


Fig. 35. — Sonnerie à trembleur.

Dans ces sonneries à trembleurs, dites à moyenne résistance, chaque bobine est garnie de 7000 spires de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu : 21/100 de millimètre) et dont la résistance électrique ne doit pas dépasser 250 ohms.

Sonneries d'appartement avec paratonnerre. — Dans la plupart des localités de peu d'importance, le domicile du facteur est relié au bureau par une ligne télégraphique aérienne; une sonnerie est disposée chez le facteur, ce qui permet de l'appeler à toute heure du jour et de la nuit. Mais cette sonnerie n'est plus, comme celles du bureau, protégée par les paratonnerres, et cependant il y a lieu de prévoir les décharges atmosphériques qui peuvent provenir de la ligne quelque courte qu'elle soit.

Au lieu de faire une installation compliquée au domicile du facteur, on a créé un modèle spécial de sonnerie qui porte avec elle son paratonnerre.

Dans ce modèle, représenté par les figures 36 et 37, chaque bobine se compose de 2000 spires de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu : 17/100 de millimètre) dont la résistance ne doit pas dépasser 50 ohms.

Le paratonnerre, placé sur le même socle que la sonnerie, est un paratonnerre à stries.

L'écartement maximum des plaques de ce paratonnerre, au point de croisement des stries, doit être de 1/2 millimètre.

Digitized by Google

Le fil de ligne s'attache à la borne L, le fil de terre à la borne T, et il est aisé de suivre, sur la figure 37, la marche du courant à travers cet appareil. Les courants télégraphiques venant de la ligne suivent le trajet L, *o*, *b*, *b*, *a*, *r*, T ; les décharges atmosphériques passent directement de L en T à travers les plaques *o*, P du paratonnerre.

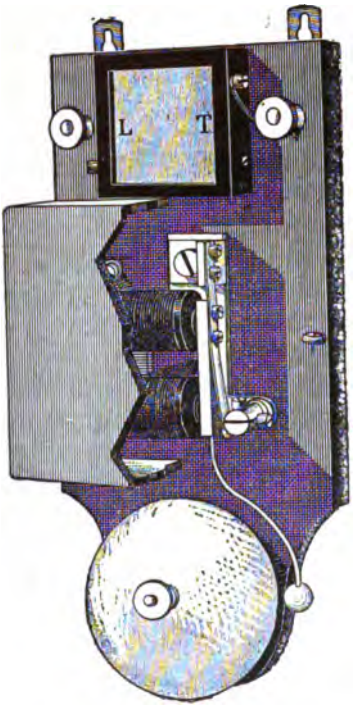


Fig. 36. — Sonnerie d'appartement.

Parleurs, Relais. — *Parleurs.* — Le parleur est un instrument très simple. C'est, comme nous le verrons plus loin, la réduction d'un récepteur Morse dans lequel on a supprimé le mouvement d'horlogerie et la bande de papier; les signaux se lisent à l'oreille.

Les Américains se servent du parleur pour recevoir des télégrammes; mais, en France, son emploi est plus restreint; car, bien qu'on en fasse usage en télégraphie militaire pour lire les dépêches au son, il n'est généralement utilisé dans les bureaux que comme relais de sonnerie.

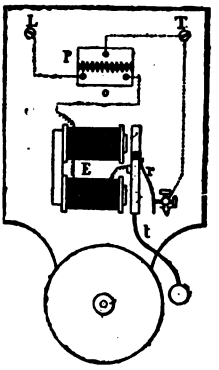


Fig. 37. — Communications intérieures d'une sonnerie d'appartement.

Lorsque plusieurs lignes de peu d'importance, dont le travail n'est pas continu, aboutissent à une station télégraphique, on affecte souvent une sonnerie unique au service d'un certain nombre de ces lignes convenablement groupées, mais si l'on n'avait pris soin d'user d'un artifice, il n'aurait pas été possible de distinguer l'appel de chacune des lignes en particulier. On a tourné la difficulté en plaçant un parleur sur chacun des fils de ligne et en réunissant tous les parleurs à la sonnerie unique. L'armature de chaque parleur répète l'*indicatif* du poste qui appelle, et le bruit rythmé produit par les mouvements de cette armature permet aisément de distinguer à l'oreille d'où provient l'appel.

Digitized by Google

Dans certains cas, la sonnerie n'existe pas, et un parleur en remplit l'office.

Souvent enfin, dans le cas des bureaux municipaux notamment, les postes sont groupés deux à deux sur le même parleur. L'un appelle avec un courant positif, l'autre avec un courant

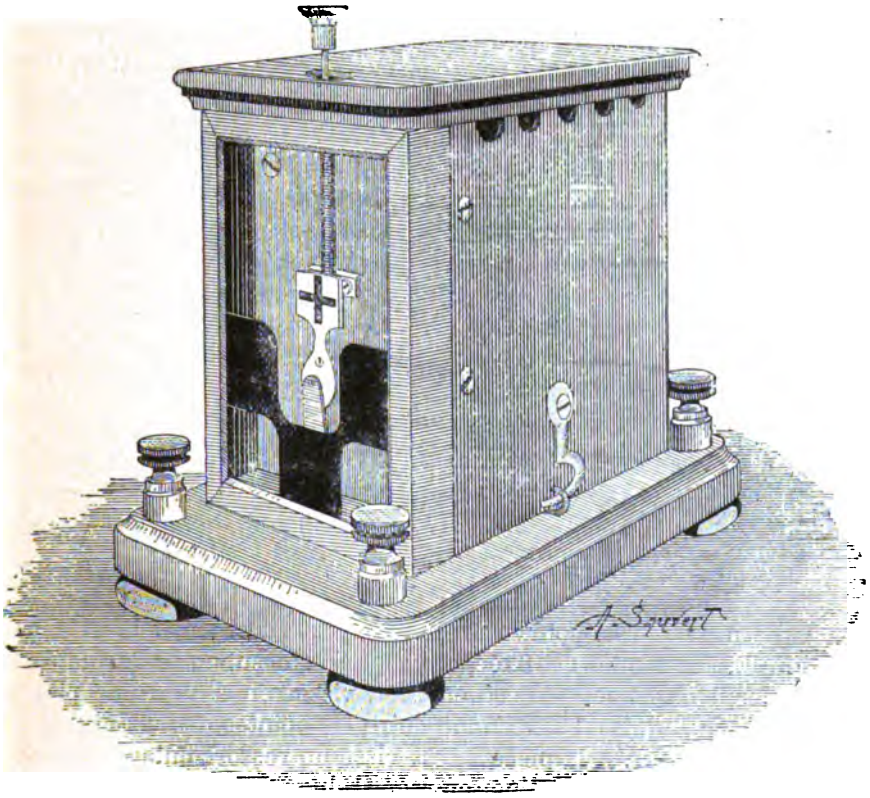


Fig. 38. — Parleur à indice Sambourg.

négatif; le parleur est alors pourvu d'un voyant sur lequel sont gravés les signes + et —; ces deux signes restent masqués tant que le parleur est au repos, le signe + ou le signe — apparaît suivant le poste qui appelle.

Trois modèles de parleurs sont encore en service dans les bureaux français; mais, lorsque les anciens parleurs ont besoin de grosses réparations, on en profite pour les transformer et les ramener au type le plus récent, le parleur à indice Sambourg

Digitized by Google

(fig. 38 et 39), dans lequel l'indice est absolument indépendant du parleur lui-même.

Parleur à indice. — L'organe électrique du parleur est un électro-aimant à une seule bobine que l'on appelle habituellement *électro-aimant boiteux*. La bobine U (fig. 39), dont la carcasse et les joues sont en laiton, est garnie de 7000 spires de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu : 13/100 de millimètre). La résistance de cette bobine est de 500 ohms. Pour empêcher toute fausse communication entre les spires et la carcasse métallique, cette dernière est garnie, avant l'enroulement, d'une couche de papier enduit de bitume de Judée.

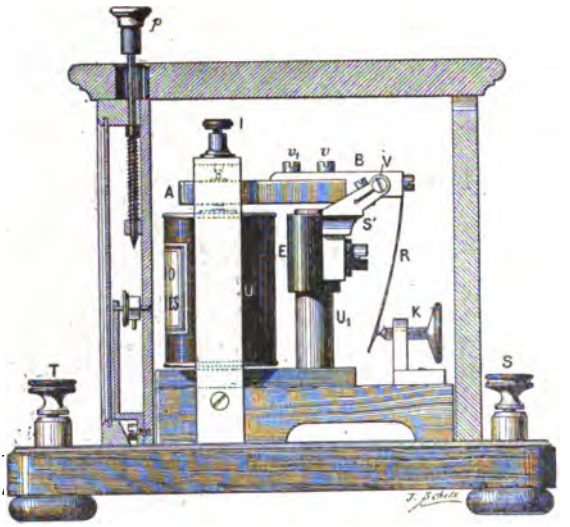


Fig. 39. — Parleur à indice Sambourg (coupe).

Le noyau U_1, dépourvu de bobine, porte un manchon en ébonite E, sur lequel est fixée la chape S' qui supporte l'armature en fer doux A; celle-ci est, en effet, vissée en v, v_1 à une pièce de laiton B qui est suspendue entre les pointes des vis-pivots V de la chape S'. A la pièce B, est vissé un ressort antagoniste R, garni d'un contact platiné, en regard duquel se trouve la vis de réglage K, montée sur une équerre en laiton, et dont la pointe est également platinée.

La culasse de l'électro-aimant ainsi que l'équerre qui supporte la vis K sont montés sur une double planchette qui forme le socle de l'instrument. Sur la planchette supérieure est vissé un pont situé en regard de la bobine et de l'extrémité de l'armature. Ce pont livre passage à la vis de réglage I, contre laquelle vient buter l'armature A sous la pression du ressort antagoniste R, et qui limite ainsi l'écartement entre l'armature et les noyaux de l'électro-aimant.

La planchette supérieure est évasée en dessous, ce qui con-

Digitized by Google

tribue à donner de la sonorité à l'appareil; la planchette inférieure constitue le socle proprement dit et porte quatre bornes marquées L, T, P, S.

Aux bornes L, T aboutissent les deux extrémités du fil de la bobine (fig. 40); ces fils, terminés par des boudins, traversent des gaines protectrices en ébonite, et sont assujettis par de petites vis aux fils conducteurs reliés aux bornes L et T.

La borne S est réunie à la culasse de l'électro-aimant par la longue vis qui maintient cette culasse sur le socle. La borne P est unie de la même manière à l'équerre de la vis K.

Il est à remarquer que lorsqu'elle est au repos, c'est-à-dire quand elle s'appuie sur la vis I, quand elle s'abaisse ou quand elle se relève, l'armature A est isolée de la culasse et des noyaux de l'électro-aimant par la rondelle d'ébonite E. Mais, lorsque l'armature A est complètement abaissée et qu'elle rencontre le noyau garni de la bobine U, elle met en relation la borne P avec la borne S.

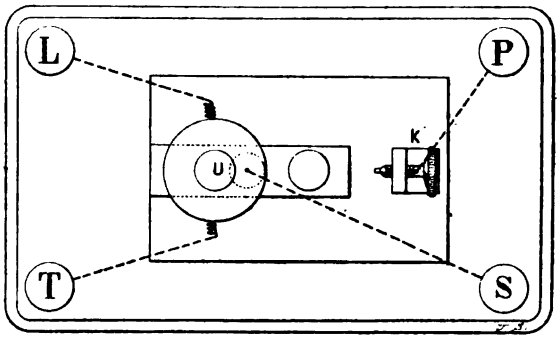


Fig. 40. — Parleur à indice Sambourg (communications).

En somme, dans le parleur, tout courant entrant par la borne L ressort par la borne T, après avoir traversé les 7000 spires de la bobine de l'électro-aimant. Réciproquement, tout courant entrant par la borne T ressortirait par la borne L, après avoir traversé le fil de la bobine. Lorsque l'armature est au repos, la borne P est isolée de la borne S; lorsque l'armature bute contre le noyau, la borne P communique avec la borne S.

Donc, si une pile est reliée à la borne P et si une sonnerie est également reliée à la borne S, la sonnerie fonctionnera toutes les fois que l'armature sera attirée.

Tel que nous venons de le décrire, le parleur est recouvert d'une boîte sonore. C'est à cette boîte qu'est adaptée la disposition imaginée par M. Sambourg.

C'est un cadre vitré qui est vissé sur la boîte et qui remplace en quelque sorte sa face antérieure. Vers la partie inférieure, le

Digitized by Google

verre a été rendu opaque par une couche de vernis noir, ainsi que le montre la figure 38. Dans l'intérieur du cadre, un petit barreau aimanté est librement suspendu sur une chape et se maintient horizontal. Sur la face antérieure de cet aimant est vissée une petite plaque d'ivoire sur les extrémités de laquelle sont gravés les signes + et —. Par la forme même donnée à la couche de peinture, les signes + et — sont masqués lorsque le barreau aimanté est horizontal, mais lorsqu'il est placé verticalement, l'extrémité la plus élevée de la plaque est apparente, tandis que la plus basse reste encore masquée.

L'aimant, dans sa position de repos, est horizontal et par conséquent parallèle aux spires de la bobine de l'électro-aimant. Lorsque ces spires sont traversées par un courant, le barreau aimanté tend à se mettre en croix avec elles et prend la position verticale. Suivant le sens du courant, c'est le signe + ou le signe — qui devient visible.

Après chaque appel, il faut ramener le barreau aimanté à la position horizontale; pour cela on abaisse le piston *p* (fig.39) dont la pointe agit sur le barreau aimanté; ce piston se relève de lui-même sous l'action d'un ressort à boudin.

Parleur à relais. — Les organes du parleur à relais, encore en usage dans beaucoup de bureaux, sont exactement les mêmes que ceux du parleur à indice, à cette seule différence près que la carcasse de la bobine est en bois et que le fil qui la recouvre n'a que 250 ohms de résistance. Les communications électriques diffèrent. Le socle est garni de cinq bornes (fig. 41). Les bornes L et T sont reliées aux extrémités du fil qui recouvre la bobine de l'électro-aimant. La borne I est réunie au pont qui supporte la vis supérieure de réglage I. La borne P communique en U avec la culasse de l'électro-aimant. La borne M est en relation avec la vis de réglage K qui, avec le ressort antagoniste et l'armature, isolée des noyaux, constitue le massif de l'appareil.

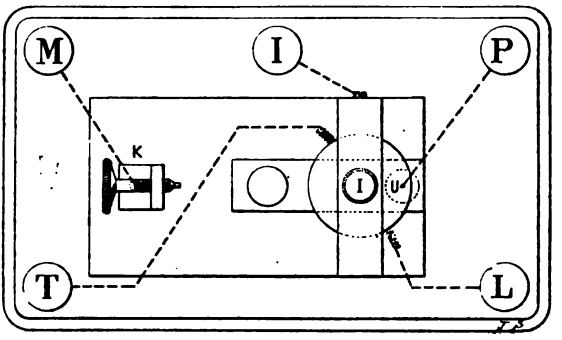


Fig. 41. — Parleur à relais (communications).

Digitized by Google

Tout courant entrant par la borne L, ressort par la borne T et réciproquement.

Si l'armature n'est pas attirée, tout courant entrant par la borne I ressort par la borne M et réciproquement.

Si l'armature est attirée, tout courant entrant par la borne P ressort par la borne M et réciproquement.

Le troisième modèle de parleur est le plus ancien. Il ne diffère du précédent que par le mode de suspension et le réglage de l'armature.

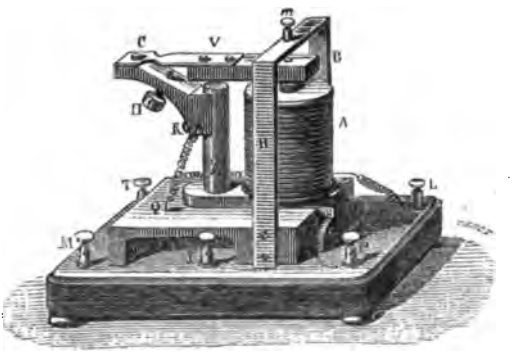


Fig 42. — Parleur, ancien modèle.

L'armature B (fig. 42) est reliée à sa chape C par un ressort d'acier V; la vis de réglage H traverse la chape C et agit obliquement sur le ressort V.

Rappel par inversion de courant. — Le rappel par inversion de courant est un relais de sonnerie qui permet d'appeler à volonté l'un ou l'autre de deux bureaux desservis par une même ligne télégraphique, C'est le cas d'un grand nombre de bureaux municipaux.

Un électro-aimant E (fig. 43) est placé horizontalement sur une planchette en bois. Des appendices de fer doux ou *pièces polaires* garnissent les noyaux, dans le but de rapprocher de la ligne médiane les pôles de l'électro-aimant et de donner ainsi plus de sensibilité à l'appareil.

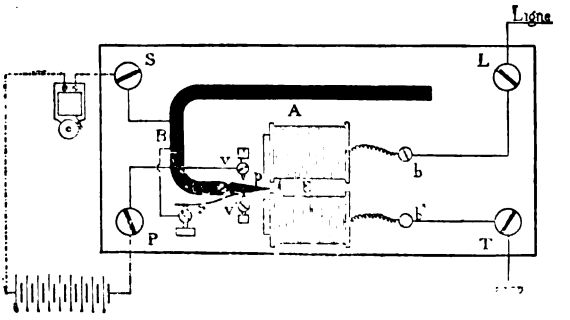


Fig. 13. — Rappel par inversion de courant.

Entre ces deux pièces polaires se trouve une armature *p*, articulée sur un aimant permanent A. L'armature *p* n'est donc que

Digitized by Google

le prolongement de l'aimant A et jouit des mêmes propriétés. Cette armature étant polarisée et se trouvant en présence de la masse de fer doux de l'électro-aimant, attire le noyau le plus voisin; mais ce noyau étant fixe et l'armature mobile, c'est elle qui se déplace et se rapproche du noyau qu'une vis V' l'empêche de toucher. Pour le cas où elle ne prendrait pas d'elle-même cette position, un ressort *r*, commandé par une vis de réglage, l'y contraindrait. Donc, dans la position de repos, l'armature *p* reste appuyée sur la vis V'. Une seconde vis V limite, d'autre part, ses déplacements et l'empêche de toucher l'autre noyau de l'électro-aimant. De la sorte, l'armature *p* peut se déplacer entre les vis V, V', contre lesquelles elle vient buter, sans jamais rencontrer les noyaux de l'électro-aimant.

Quatre bornes L, T, P, S, sont vissées sur le socle de l'instrument. P communique avec une *pile locale* (1) reliée d'autre part à la terre; S est mis en relation avec une sonnerie communiquant également avec la terre; on peut aussi supprimer la communication avec la terre et relier, comme dans la figure 43, la seconde borne de la sonnerie à la pile; L reçoit le fil de ligne, T le fil de terre.

A l'intérieur de l'instrument, P est relié à la vis V, S à l'aimant A, L à l'entrée du fil des bobines, T à sa sortie. Pour assurer une liaison plus intime entre l'armature *p* et l'aimant A, la vis de réglage du ressort *r* est réunie, en B, à cet aimant.

Un courant entrant par la borne L ressort par la borne T. Les noyaux de fer doux sont alors aimantés et des pôles magnétiques se forment dans la partie de ces noyaux placée en regard de l'armature *p*. L'armature *p* représente elle-même l'un des pôles de l'aimant A, le pôle nord, par exemple. Supposons que le passage du courant détermine, dans la pièce polaire située en regard de la vis V', un pôle sud, un pôle nord se formera dans la pièce polaire située en face de la vis V. Le pôle nord de l'armature *p* sera attiré par le pôle sud voisin de la vis V' et repoussé par le pôle nord voisin de la vis V; l'adhérence entre l'armature *p* et la vis V' sera donc augmentée et cette armature restera dans sa position de repos. Mais si le courant traversant les bobines de l'électro-aimant avait déterminé, dans la pièce polaire voisine de la vis V', un pôle nord et dans la pièce polaire voisine de V un pôle sud, l'armature aurait été repoussée par le

(1) On entend par *pile locale* une pile placée dans un bureau et dont l'action ne s'étend pas au-delà de ce bureau; le circuit de ces piles est fermé dans l'intérieur même du bureau, par l'intermédiaire d'un relais, tel que le rappel par inversion de courant, et leur courant traverse les appareils qu'elles doivent actionner.

Digitized by Google

noyau voisin de V′ et attirée par le noyau voisin de V; sous cette double impulsion, l'armature p aurait abandonné la vis V′ pour venir prendre contact avec la vis V. A ce moment, le circuit de la pile locale aurait été fermé à travers la sonnerie par P, V, p, B, S. Dans le premier cas, la sonnerie serait restée silencieuse; dans le second, elle aurait fonctionné.

Or, si un courant d'un sens déterminé produit dans le voisinage de V un pôle nord et dans le voisinage de V′ un pôle sud,

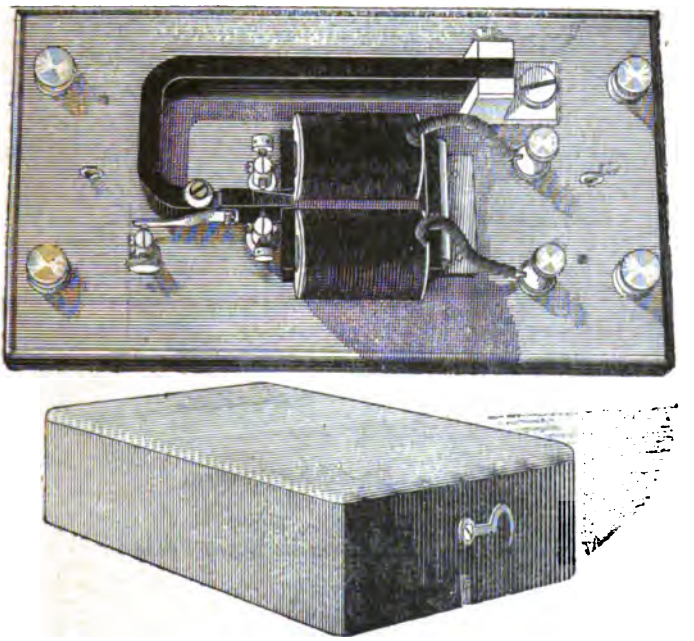


Fig. 44. — Rappel par inversion de courant (vue d'ensemble).

un courant de sens inverse produira dans le voisinage de V un pôle sud et dans le voisinage de V′ un pôle nord; il suffira donc de changer le sens du courant qui traverse les bobines de l'électro-aimant, pour mettre en jeu la sonnerie ou la laisser inerte. Par une manœuvre rapide, les commutateurs inverseurs nous permettent d'atteindre ce résultat.

Les conditions de fabrication des rappels par inversion de courant sont les suivantes : sur chaque bobine, 5800 spires de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu, 17/100 de millimètre); résistance maxima, 250 ohms. L'aimant aura au contact une force portante de 250 grammes.

Digitized by Google

La figure 44 montre la disposition générale d'un rappel par inversion de courant.

Relais Froment. — Les relais dont nous avons déjà parlé ne s'appliquent qu'à une seule direction; ce sont des relais locaux, habituellement destinés à actionner des sonneries; mais si nous nous reportons à ce que nous avons dit au commencement de cet ouvrage (p. 9), nous verrons qu'il est souvent nécessaire d'intercaler des relais sur le parcours des grandes lignes télégraphiques, et qu'alors, il est indispensable que le relais soit à double action.

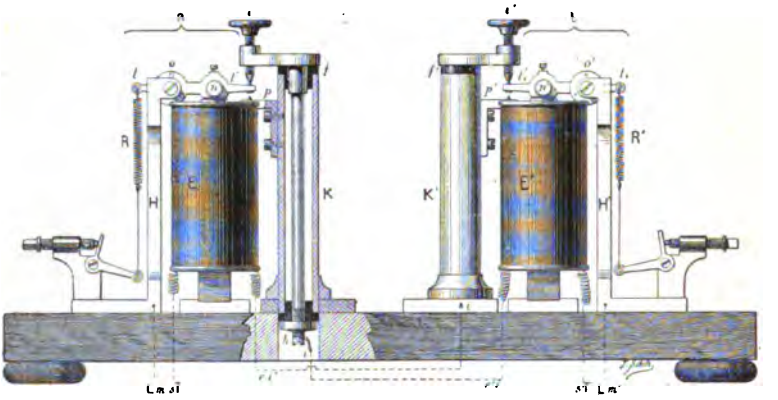


Fig. 45. — Relais Froment (élévation).

En d'autres termes, s'il s'agit de la ligne Paris-Marseille avec relais à Lyon, il faut :

1° Que le courant de Paris se perde à la terre à Lyon, et que de cette station parte un nouveau courant qui, traversant la section de ligne Lyon-Marseille, fasse fonctionner le récepteur de Marseille;

2° Que le courant de Marseille se perde à la terre à Lyon, et que de cette station parte un nouveau courant qui, traversant la section de ligne Lyon-Paris, fasse fonctionner le récepteur de Paris.

Le relais Froment donne une solution de la question. Ses organes sont très simples, mais ses communications intérieures sont assez compliquées. Il se compose de deux relais simples juxtaposés sur une même planchette (fig. 45 et 46).

Le côté *a* comprend un levier *ll'* mobile autour d'un axe *o* et supportant une armature en fer doux *n*, placée en regard des noyaux d'un électro-aimant à deux bobines E. Le levier *ll'* est

Digitized by Google

commandé par un ressort antagoniste R, et son extrémité *l'* peut se mouvoir entre deux butées *i* et *p*, portées par une colonne métallique K. Dans la position de repos, la traction du ressort R oblige l'extrémité *l'* à s'appuyer contre la vis *i*. Le côté *b* a exactement la même composition.

La colonne K, appelée habituellement *colonne de translation*, est formée par deux parties métalliques, concentriques et isolées l'une de l'autre. La partie inférieure, qui porte la butée *p*, est un tube de laiton sur lequel repose un chapeau en ivoire *f*. A travers ce chapeau passe une tige de laiton qui supporte la partie supé-

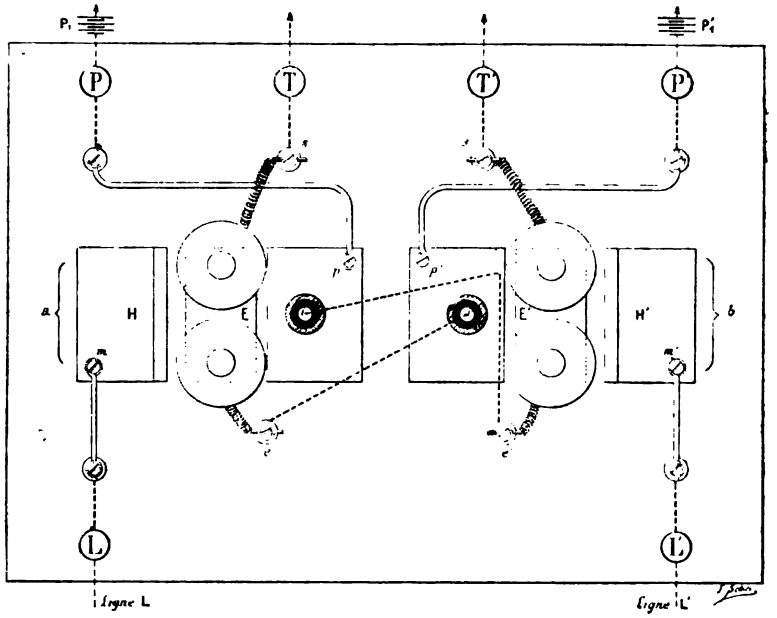


Fig. 46. — Relais Froment (plan).

rieure de la colonne et la vis *i*. Au-dessous du socle de l'appareil, un écrou *h* assemble et immobilise les deux parties qui n'ont entre elles *aucune communication électrique*.

A chacun des deux relais simples, montés sur la même planchette, correspondent trois bornes marquées L, T, P. Dans beaucoup de relais cependant, il n'existe qu'une borne T, commune aux deux relais simples; cette disposition n'a qu'une importance secondaire et ne modifie en rien les communications.

Soient L, T, P, les bornes de la section *a* du relais; L', T', P', celles de *b*, les communications intérieures sont les suivantes :

L avec *m* (massif et armature s'appuyant au repos contre la vis *i*);

Digitized by Google

T avec la sortie *s* du fil de l'électro-aimant E;

P avec la butée *p* (partie inférieure de la colonne de translation du côté *a*);

P' avec la butée *p'* (partie inférieure de la colonne de translation du côté *b*);

T' avec la sortie *s'* du fil de l'électro-aimant E';

L' avec *m'* (massif et armature s'appuyant au repos contre la vis *i*).

En outre, *e* (entrée du fil des bobines de E) est relié à *i'* du côté *b*, et *e'* (entrée du fil des bobines de E') à *i* du côté *a*.

Les communications extérieures sont les suivantes :

Côté a *fonctionnant sous l'action du courant venant de la ligne L' et envoyant son propre courant sur la ligne L :* borne L avec ligne L, borne P avec pile P_1 du bureau, borne T à la terre.

Côté b *fonctionnant sous l'action du courant venant de la ligne L et envoyant son propre courant sur la ligne L' :* borne L' avec ligne L', borne P' avec pile P'_1 du bureau, borne T à la terre.

Dans ces conditions, un courant venant de la ligne L arrive en *m*, traverse le massif du côté *a*, le levier *ll'*, la vis *i*, entre dans l'électro-aimant E' (côté *b*) par *e'*, en ressort par *s'* et se perd à la terre. L'armature *n'* de l'électro-aimant E' est attirée, et le levier $l'_1 l_1$ abandonne la vis *i'* pour s'appuyer sur la butée *p'*. Or, cette butée *p'* est en communication avec la pile P'_1; le courant de la pile P'_1 passera donc de *p'* en $l'_1 l_1$, puis, par la colonne H', *m'* et L', s'écoulera sur la ligne L'.

Réciproquement, un courant venant de la ligne L' arrive en *m'*, traverse le massif du côté *b*, le levier $l_1 l'_1$, la vis *i'*, entre dans l'électro-aimant E (côté *a*) par *e*, en ressort par *s* et se perd à la terre. L'armature *n* de l'électro-aimant E est attirée, et le levier *l' l* abandonne la vis *i* pour s'appuyer sur la butée *p*. Or, cette butée *p* est en communication avec la pile P_1; le courant de la pile P_1 passera donc de *p* en *l' l*, puis, par la colonne H, *m* et L, s'écoulera sur la ligne L.

On comprend facilement que l'armature du relais répétant tous les mouvements du manipulateur du poste qui transmet, quel que soit ce manipulateur, devient en quelque sorte un second manipulateur automatique qui envoie sur la ligne des courants égaux en durée à ceux émis par ce poste; le récepteur du poste d'arrivée répétera donc aussi tous les mouvements du manipulateur du poste de départ.

Relais Willot. — Le relais de M. Willot, inspecteur des Postes et des Télégraphes, est un translateur très sensible, étudié pour le service des longues lignes aériennes et souterraines auxquelles il est particulièrement affecté. M. Willot a également fait cons-

Digitized by Google

truire un autre modèle de relais pour les lignes sous-marines; ce modèle est actuellement à l'essai sur les câbles d'Algérie.

L'organe électromagnétique est un électro-aimant du modèle créé par d'Arlincourt et dont la figure 47 représente le schéma. Sur la culasse en fer doux S, O, N sont calés deux noyaux, également en fer doux, portant des appendices de même métal en S sur le noyau de gauche, en N sur le noyau de droite. Ces noyaux sont en outre garnis de pièces polaires, N sur le noyau de gauche, S sur le noyau de droite. Les bobines sont logées entre

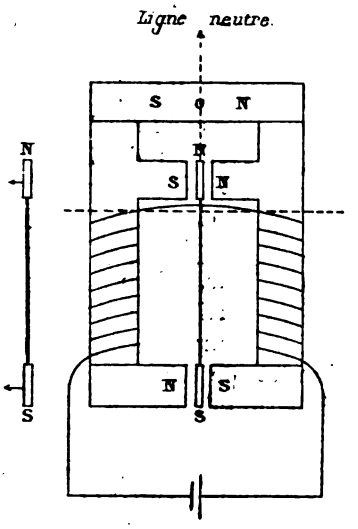


Fig. 47. — Electro-aimant du relais Willot (schéma).

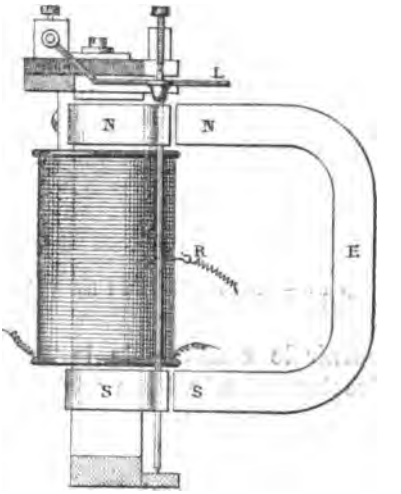


Fig. 48. — Electro-aimant du relais Willot (profil).

les appendices S, N et les pièces polaires N, S. Deux armatures en fer doux N, S, figures 48 et 49, solidement montées sur un axe vertical en laiton, sont placées, l'une entre les appendices S, N, l'autre entre les pièces polaires N, S. Ces armatures sont polarisées par le voisinage d'un aimant en fer à cheval vertical E. L'armature supérieure a une polarité Nord, l'armature inférieure, une polarité Sud. L'axe en laiton qui supporte les deux armatures pivote librement entre les pièces du bâti qui soutient l'électro-aimant. Un ressort à boudin R (fig. 48), commandé par un chariot qui se déplace le long d'une vis horizontale à bouton moleté, sert à régler la position des armatures. A sa partie supérieure, l'axe qui soutient les armatures porte une tige de contact en laiton L (fig. 49) dont les mouvements sont soli-

Digitized by Google

daires de ceux des armatures, et dont les déplacements sont limités par les vis de réglage V, V′ qui forment en même temps le contact de travail et le contact de repos du relais.

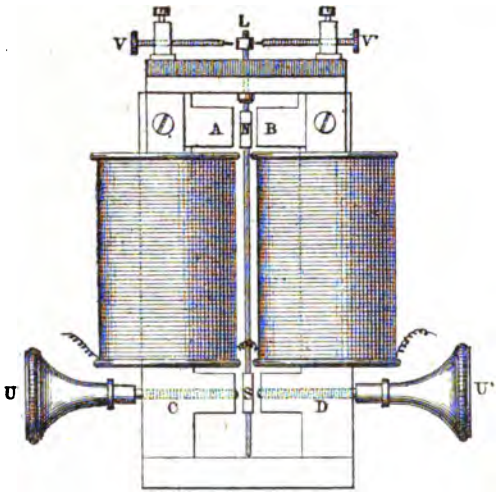


Fig. 49. — Electro-aimant du relais Willot (élévation).

D'autre part, les appendices C, D (fig. 49) sont traversés par les longues vis en fer doux U, U′ qui limitent la course des armatures.

La résistance des bobines est de 450 ohms, soit 225 ohms pas bobine.

A chacune des deux sections de la ligne est affecté un relais et chaque relais est complété par un parleur, d'un modèle particulier, qui a pour fonctions de fournir le contrôle de la transmission et de mettre la ligne directement à la terre après chaque émission de courant.

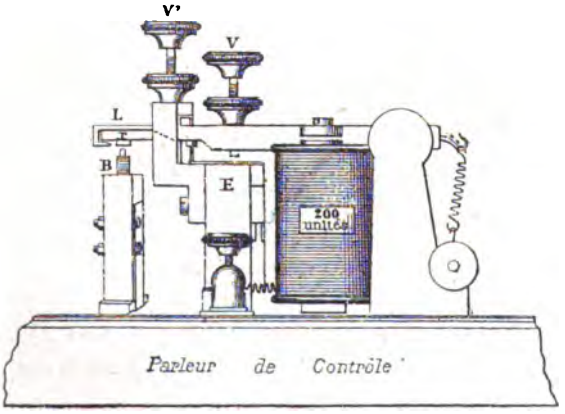


Fig. 50. — Parleur du relais Willot.

Dans ce parleur, dont chacune des deux bobines a 200 ohms de résistance, la masse de fer doux qui constitue la culasse et les noyaux est plus considérable que dans les autres modèles de parleurs. L'armature (fig. 50) est montée sur un long bras de levier en laiton L qui pivote entre les pointes de deux vis à contre-écrou. En V, il porte une vis qui, à chaque attraction de l'armature, vient frapper sur le

Digitized by Google

bâti métallique E et produit un bruit sec très intense. Le bâti E porte également la vis de repos V'. Les vis V et V' sont à contre-écrou et servent à régler les déplacements de l'armature. A son extrémité le levier L est échancré, et dans cette échancrure est logé le ressort flexible *r*. Lorsque l'armature est attirée, le ressort *r* rencontre la vis B, en relation avec la terre. Le massif du relais est ainsi mis à la terre après chaque émission de courant et permet à la ligne de se décharger par cette voie. La sensibilité de l'armature est réglée par un ressort à boudin, accroché au levier L, et terminé par un fil de soie que l'on tend ou que l'on détend au moyen d'un petit treuil, manœuvré par une tête de vis moletée.

Les deux relais et les deux parleurs sont montés sur une planchette commune, qui supporte aussi deux petits manipulateurs et un commutateur bavarois à huit plots, dont les chevilles sont à vis.

La planchette porte six bornes marquées P, P, L, L, T, TS.

Les communications électriques sont les suivantes :

Les bornes P, P sont reliées aux bornes d'entrée des bobines des parleurs de contrôle (fig. 51). Sur ces conducteurs sont installées des dérivations qui vont rejoindre les bornes de sortie des bobines; chacune de ces dérivations a une résistance de 1000 ohms, réalisée au moyen d'une bobine placée sous le socle de l'appareil. La sortie des bobines des parleurs est également reliée aux plots de travail des manipulateurs et aux plots de travail des relais. Les bornes L, L sont reliées aux massifs des manipulateurs, tandis que les plots de repos de ces derniers communiquent avec les massifs, c'est-à-dire avec les armatures des relais. Sur notre dessin, les bornes T et TS sont confondues en une seule. Pour compléter cette figure, numérotons de 1 à 8, en allant de gauche à droite et de haut en bas, les plots du commutateur. Dans ces conditions, la borne T est reliée aux plots 6 et 7 et aux massifs E, E des parleurs de contrôle. Le plot 1 du communateur est réuni à la borne B du parleur de droite, le plot 4 à la borne B du parleur de gauche. La vis B de gauche est également unie au plot de repos du relais de gauche, la vis B de droite au plot de repos du relais de droite; ces plots de repos sont les vis V dont les têtes sont tournées vers l'intérieur du relais.

Le plot 2 du commutateur est en relation avec l'entrée des bobines du relais de gauche, le plot 5 avec la sortie. Le plot 3 est en relation avec l'entrée des bobines du relais de droite, le plot 8 avec la sortie.

Digitized by Google

Lorsque le correspondant travaille en courant positif, les quatre chevilles du commutateur sont vissées dans les quatre trous marqués +. Lorsque le correspondant travaille en courant négatif, les quatre chevilles du commutateur sont vissées dans les quatre trous marqués —.

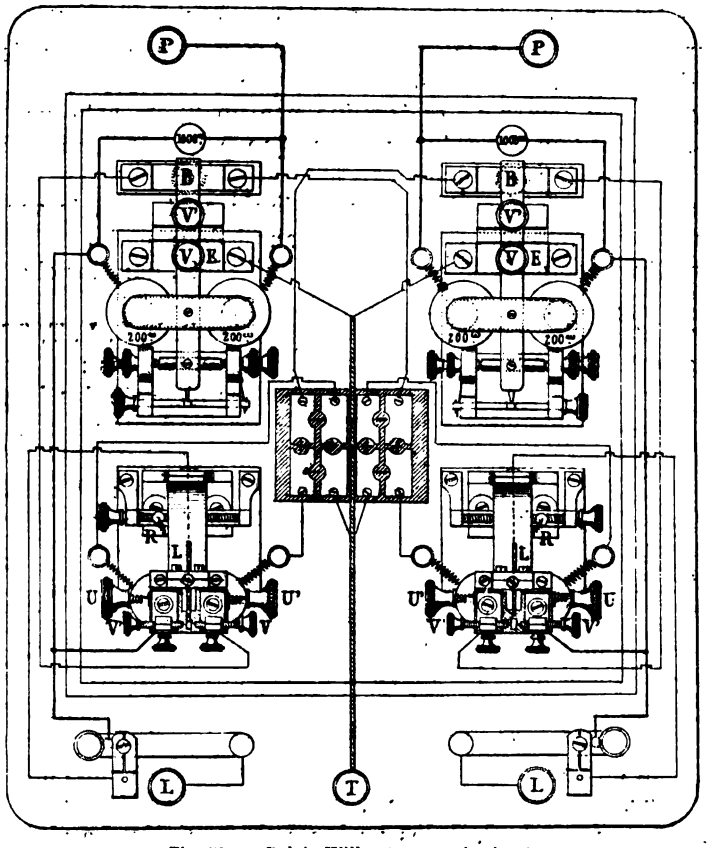


Fig. 51. — Relais Willot (communications).

Si un courant positif venant de la ligne pénètre par la borne L de gauche, il passe par le levier du manipulateur, son contact de repos, le massif du relais de gauche, son butoir de repos, la vis B du parleur de gauche, les plots 4 et 8 du commutateur, les bobines du relais de droite, les plots 3 et 7, la borne T et la terre. Sous l'action de ce courant, les armatures du relais de droite s'orientent sur leur butoir de travail, qui est la vis V, dont la tête est tournée vers l'extérieur du relais; cette vis est en rela-

Digitized by Google

tion avec la borne P de droite, tandis que le massif et les armatures du relais sont en relation avec la borne L de droite. Le courant de la pile reliée à la borne P de droite ira donc sur la section de ligne reliée à la borne L de droite. Mais, avant d'arriver au butoir de travail du relais, le courant de la pile a traversé les bobines du parleur dont l'armature a été attirée; le ressort flexible du levier L a pris contact avec la vis B, tandis que la vis V a frappé sur l'enclume E. En suivant les communications, on verra qu'à ce moment le butoir de repos du relais est en communication directe avec la terre par la vis B, le levier du parleur et l'enclume E. Dès que le courant venant de la ligne cesse, les armatures du relais sont instantanément ramenées sur le butoir de repos et, comme ces armatures communiquent avec la ligne, cette ligne sera mise à la terre, à la condition toutefois que l'armature du parleur reste abaissée pendant un instant encore.

C'est, en effet, ce qui arrive. En raison du magnétisme rémanent, en raison aussi de la recomposition de l'extra-courant direct à travers la bobine de dérivation interposée entre les bornes des bobines du parleur, l'armature de celui-ci est maintenue au contact un instant après que l'armature du relais a repris son point d'appui sur son butoir de repos. Il en résulte que le courant de retour provenant de la ligne, sur laquelle une émission a été envoyée, s'écoule à la terre par la borne L, le manipulateur, les armatures du relais, leur butoir de repos, la vis B, le levier du parleur, l'enclume E et la borne T.

Si un courant négatif venant de la ligne pénètre par la borne L de gauche, il passe par le levier du manipulateur, son contact de repos, le massif du relais de gauche, son butoir de repos, la vis B du parleur de gauche, les plots 4 et 3 du commutateur, les bobines du relais de droite, les plots 8 et 7, la borne T et la terre. Sous l'action de ce courant, les armatures du relais de droite s'orientent sur leur butoir de travail et les choses se passent comme dans le cas précédent.

On suivrait de la même manière la marche des courants lorsque les courants de ligne pénètrent dans le relais par la borne L de droite.

M. Willot recommande, pour le réglage de son relais, la méthode suivante (1) :

Pour les relais proprement dits :

1° Ramener le ressort à boudin dans la ligne médiane;

(1) Annales télégraphiques 1891.

Digitized by Google

2° Nettoyer au papier émeri les contacts des vis de butée et de la pièce qui, fixée sur l'axe des armatures, vient s'appuyer contre ces vis; enlever avec soin les poussières qu'a pu laisser le papier émeri;

3° Vérifier si l'axe des armatures oscille librement sur ses pivots;

4° Placer l'aimant à 1,5 millimètre environ des armatures et éviter surtout qu'il ne les touche;

5° La position des vis de réglage supérieures, V, V', est celle qui correspond au placement des armatures dans la ligne médiane de séparation des appendices de fer doux de l'électro-aimant de translation.

Le ressort à boudin doit être tendu jusqu'à ce que les armatures reviennent franchement sur le butoir de repos; le courant du correspondant indique ensuite s'il faut tendre encore ou détendre.

Les vis en fer qui traversent les appendices de fer doux sont réglées une fois pour toutes; elles doivent dépasser l'appendice d'environ 1/2 millimètre.

Dans le parleur de contrôle, l'axe du levier qui porte l'armature doit tourner librement, mais sans jeu, sur ses pivots. L'armature abaissée doit être aussi rapprochée que possible des noyaux de l'électro-aimant, sans cependant les toucher.

L'armature étant abaissée à la main, on serre la vis V (fig. 50) dont le contre-écrou a été préalablement desserré, d'abord jusqu'à ce qu'elle s'appuie sur l'enclume E, puis jusqu'à ce que l'armature soit éloignée des noyaux de 1 millimètre.

Après avoir desserré le contre-écrou de la vis V', on manœuvre celle-ci de façon à laisser à l'armature 5 à 6 millimètres de course, puis on tend le ressort antagoniste jusqu'à ce que le levier qui supporte l'armature vienne franchement s'appuyer contre la vis V'. On serre ensuite à refus les contre-écrous des vis V et V'.

Lorsque l'armature est au repos, la pointe de la vis B doit être éloignée du ressort *r* de 1/2 millimètre.

Si la bobine de dérivation de 1000 ohms est en bon état, il ne doit pas se produire d'étincelle au moment de la rupture du circuit entre le levier de contact du translateur et la vis de prise de pile.

Relais divers. — Il existe beaucoup d'autres sortes de relais. Ces instruments répondent généralement à des besoins spéciaux; nous n'en parlerons qu'en décrivant les installations complexes auxquelles ils sont affectés.

Digitized by Google

CHAPITRE III

SOURCES D'ÉLECTRICITÉ

PILE CALLAUD, description, montage, entretien. — PILE LECLANCHÉ, description, montage, entretien. — PILE-BLOC. — GROUPEMENT DES ÉLÉMENTS DE PILE. — CALCUL DU NOMBRE DES ÉLÉMENTS DE PILE NÉCESSAIRES POUR DESSERVIR UNE LIGNE TÉLÉGRAPHIQUE. — GROUPEMENT DES PILES EN ÉCHELLE D'AMSTERDAM. — INSTALLATION DES PILES DANS LES BUREAUX. — EMPLOI DES ACCUMULATEURS EN TÉLÉGRAPHIE. — PRINCIPE DES ACCUMULATEURS — ACCUMULATEURS DE LA SOCIÉTÉ POUR LE TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX. — ACCUMULATEURS TUDOR. — INSTALLATION DES ACCUMULATEURS. — RENSEIGNEMENTS PRATIQUES.

Pile Callaud. *Description.* — La pile Callaud (fig. 52) est employée en France sur beaucoup de grandes lignes télégraphiques.

Chaque élément comprend :

1° Un vase en verre A contenant de l'eau et une dissolution de sulfate de cuivre, se superposant sans se mêler, par suite de la différence de leurs densités; la dissolution de sulfate de cuivre, plus dense que l'eau, reste au fond;

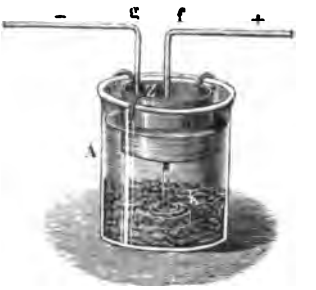


Fig. 52. — Elément Callaud (petit modèle).

2° Un manchon en zinc amalgamé Z, suspendu par trois crochets en cuivre, rivés sur le manchon et reposant sur les bords du vase en verre A; le zinc forme l'électrode négative; il ne baigne que dans l'eau.

3° Une tige de cuivre *f*, recouverte de gutta-percha dans la partie qui traverse le liquide, et terminée, à son extrémité inférieure, par une lame de cuivre recourbée K qui repose sur le fond du vase en verre, et plonge, par conséquent, dans la dissolution de sulfate de cuivre. Cette tige forme l'électrode positive.

Il existe deux modèles d'éléments Callaud ne différant que par leurs dimensions, qui sont les suivantes :

Grand modèle :	Hauteur du vase en verre.	200 mm.
—	du zinc. . . .	70 —
—	du cuivre. . . .	30 —

Digitized by Google

Petit modèle : Hauteur du vase en verre. . 155 mm.
— du zinc. . . . . 45 —
— du cuivre. . . . 30 —

Le diamètre des vases en verre est de 11 cm.

La force électromotrice de l'élément Callaud est de 1,07 volt; la résistance intérieure du grand modèle est de 5 ohms, celle du petit modèle de 8 à 10 ohms.

Montage. — Pour monter une pile composée de plusieurs éléments, une batterie, destinée aux transmissions télégraphiques, il suffit de relier le zinc du premier élément à la tige de cuivre de l'élément suivant, le cylindre de zinc du second élément à la tige de cuivre du troisième, et ainsi de suite.

Dans la pratique, et pour faciliter ce montage, les tiges de cuivre, recourbées deux fois à angle droit, sont rivées aux cylindres de zinc. Cet assemblage ne forme donc qu'une seule pièce appartenant à deux éléments : 1° le zinc faisant partie du premier élément; 2° le cuivre plongeant dans l'élément suivant.

Cette disposition a pour objet de supprimer, dans la limite du possible, les résistances électriques qu'on introduirait fatalement dans le circuit en réunissant, soit par pression, soit par des ligatures, le zinc d'un élément au cuivre de l'élément suivant; chacun de ces joints s'oxyderait à la longue et augmenterait d'une quantité notable la résistance de la pile, au préjudice de son fonctionnement.

Pour constituer les deux pôles de la batterie, on coupe à la pince ou à la lime, vers le milieu de sa partie horizontale, la tige de cuivre *g* qui, rivée au dernier zinc, reste libre en dehors du dernier vase en verre; on place la portion *f* ainsi détachée dans le premier vase en verre; elle forme le pôle positif de la pile, dont le dernier zinc est le pôle négatif.

Au fond de chaque vase en verre, on place des cristaux de sulfate de cuivre (125 à 150 gr. pour le petit modèle, 400 gr. pour le grand modèle). On verse alors, avec précaution, de l'eau jusqu'à la hauteur des rivets du zinc. A l'eau pure, il est avantageux d'ajouter une certaine quantité d'eau provenant d'une vieille pile, eau qui contient du sulfate de zinc en dissolution.

Dans une pile Callaud en bon état, la dissolution de sulfate de cuivre, qui se reconnaît à sa coloration bleue, doit occuper à peu près le tiers inférieur du vase en verre.

Une pile ainsi installée peut fonctionner six mois et même un an; après ce temps, il faut la remonter.

Entretien. — 1° Ajouter du sulfate de cuivre tous les cinq ou

Digitized by Google

six jours en le laissant tomber doucement au fond du vase en verre.

On emploie utilement pour cet usage un verre de lampe que l'on introduit jusqu'au fond de la dissolution, sans agiter le liquide, et que l'on retire de même, après avoir laissé tomber un à un les cristaux dans l'intérieur.

2° Maintenir le liquide à la hauteur normale, c'est-à-dire jusqu'au niveau des rivets du zinc.

Pour cela, avec une pipette, on ajoute l'eau nécessaire, mais il est bon d'en profiter, au préalable, pour enlever une partie de l'eau du vase qui contient du sulfate de zinc en dissolution, de telle sorte que le liquide qui reste à la partie supérieure du vase ne marque pas plus de 22 à 23° à l'aréomètre Baumé.

3° Tenir les vases en parfait état de propreté, en enlevant les efflorescences qui les recouvrent.

C'est pour éviter le dépôt des efflorescences et faciliter leur enlèvement, s'il s'en produit accidentellement, que l'administration française n'emploie que des vases dont le bord est recouvert d'une couche de peinture à l'ocre jaune s'étendant en dedans comme en dehors, sur une largeur de 2 à 3 cm. On peut aussi enduire de suif le haut des vases ou les tremper dans de la paraffine fondue.

L'administration française exige que le sulfate de cuivre qui lui est livré par ses fournisseurs contienne au moins 24 1/2 0/0 de cuivre pur; le poids des matières étrangères (sulfate de fer, sulfate de zinc, etc.), ne doit pas dépasser 1 0/0.

Pile Leclanché. *Description*. — Le modèle d'élément Leclanché employé par l'administration française des Postes et des Télégraphes comprend :

1° Un vase en verre, de forme particulière, contenant une dissolution saturée de chlorhydrate d'ammoniaque ou chlorure d'ammonium, que l'on appelle quelquefois dans le commerce sel ammoniac;

2° Un bâton de zinc amalgamé, plongeant dans cette dissolution, et formant l'électrode négative;

3° Un vase poreux renfermant un mélange de bioxyde de manganèse et de charbon de cornue concassé en petits morceaux;

4° Une lame de charbon, placée dans le vase poreux, au milieu du mélange, et constituant l'électrode positive.

La lame de charbon est enveloppée entièrement, à sa partie supérieure, par une calotte de plomb, terminée elle-même par un écrou de serrage (fig. 53) ou bien par une lame de cuivre étamé, soudée au bâton de zinc.

Digitized by Google

La lame de cuivre et la calotte de plomb sont recouvertes de vernis.

Les vases de l'administration française sont livrés complètement chargés; le vase, le charbon et le zinc ne forment qu'une seule pièce.

Fig. 53.
Elément Leclanché.

L'ouverture du vase poreux est bouchée par une couche de cire à bouteilles, dans laquelle un trou est ménagé pour laisser échapper l'air refoulé au dehors lorsqu'on plonge le vase dans le liquide, et les gaz qui se dégagent pendant le fonctionnement de la pile.

Le type d'élément Leclanché que nous venons de décrire a une force électromotrice de 1,20 volt environ et une résistance intérieure comprise entre 5 et 6 ohms.

Montage. — Dans chaque vase en verre, on introduit de 80 à 100 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque, et de l'eau jusqu'aux deux tiers environ de la hauteur; on place le vase poreux au centre du vase en verre, le zinc dans la tubulure du vase suivant, et ainsi de suite.

Avant de mettre les vases en verre en place, on les graisse légèrement à l'intérieur, sur une étendue de 3 ou 4 centimètres, à partir du haut, afin d'éviter le dépôt d'efflorescences salines qui, sans cette précaution, recouvriraient bientôt toute la surface du verre. Cette opération n'est d'ailleurs pas nécessaire lorsqu'on fait usage de vases neufs qui, presque toujours aujourd'hui, ont la tubulure enduite de paraffine.

Ainsi montée, et convenablement entretenue, la pile peut fournir un travail à peu près continu pendant plus d'un an, à la condition de maintenir le niveau du liquide aux deux tiers de la hauteur des vases en verre, niveau qu'il atteint normalement après l'introduction du vase poreux.

Entretien. — L'entretien consiste :

1° A ajouter, de temps en temps, de l'eau pour rétablir le niveau normal qui baisse par suite de l'évaporation;

2° A mettre, tous les cinq ou six mois, dans le vase en verre, de 80 à 100 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque;

3° A enlever soigneusement les efflorescences qui se déposent à l'extérieur du vase en verre, malgré son graissage ou son paraffinage intérieur;

4° A maintenir sèches et propres les boîtes qui renferment les éléments ou les étagères sur lesquels ils reposent.

Digitized by Google

Lorsque la pile s'affaiblit, il convient, si l'entretien a été bien fait, de la remonter entièrement, en changeant les zincs et les vases poreux.

Pile-bloc. — La pile Germain, plus connue sous le nom de *pile-bloc*, est une pile du type Leclanché, dont le liquide a été immobilisé dans de la cellulose.

L'immobilisation du liquide actif de l'élément bloc est réalisée par l'interposition entre les électrodes d'une couche de cellulose inerte extraite de la noix de coco; cette cellulose est très légère et a un pouvoir absorbant considérable; on la désigne sous le nom de *cofferdam*.

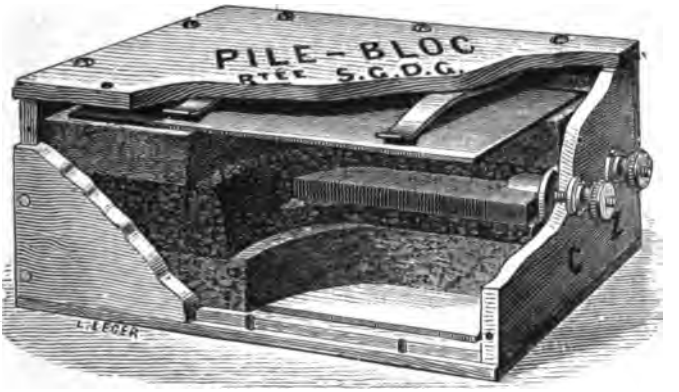


Fig. 54. — Elément de pile-bloc.

Un élément bloc (fig. 54) comprend :

1° Une première lame de zinc pur, non amalgamé, formant l'électrode négative;

2° Une couche de cofferdam, imbibée d'une dissolution de chlorure alcalin;

3° Une couche de peroxyde de manganèse;

4° Une lame de charbon placée sur cette couche et constituant l'électrode positive;

5° Une seconde couche de cofferdam, imbibée comme la première de chlorure alcalin;

6° Une seconde lame de zinc semblable à la première;

7° Un plateau de bois dur, reposant sur cette deuxième lame de zinc;

8° Un jeu de ressorts, en acier trempé, pressant de 150 kilogrammes environ sur l'ensemble des diverses parties énumérées

Digitized by Google

ci-dessus et prenant appui par un couvercle en chêne, vissé sur les quatre côtés du récipient, également en chêne.

Bien que celui-ci ne doive pas être hermétiquement clos, afin de laisser échapper les gaz, M. Germain recommande expressément de ne pas l'ouvrir, pour ne pas modifier l'action des ressorts.

Deux plots extérieurs, en laiton, reliés respectivement aux deux zincs d'une part et au charbon de l'autre, servent de prises de courant; les indications C et Z sont gravées au dessus.

La pile-bloc ne dégage pas d'odeur et ne produit pas d'efflorescences; elle peut être placée dans tous les sens et n'exige aucun entretien.

Suivant M. Germain, la force électromotrice de sa pile serait de 1,35 volt à circuit fermé; sa durée serait de deux ans sans entretien.

Quoi qu'il en soit de ces chiffres que nous n'avons pas vérifiés, il est certain que la pile-bloc donne d'excellents résultats et qu'elle fonctionne jusqu'à épuisement presque total sans affaiblissement.

Groupement des éléments de pile. — En décrivant le montage des éléments Callaud et Leclanché, nous n'avons considéré que le groupement que l'on emploie le plus généralement en télégraphie; il se produit cependant des cas où il faut agencer les éléments différemment.

En envisageant la question à un point de vue plus général, on peut se demander comment il convient de grouper les éléments pour obtenir le meilleur rendement.

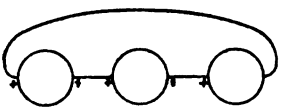


Fig. 55. — Groupement en tension.

Deux procédés simples se présentent tout d'abord :

1° Réunir le pôle négatif du premier élément au pôle positif du second, le pôle négatif du second au pôle positif du troisième, et ainsi de suite (fig. 55); c'est le montage dont nous avons parlé en décrivant la pile Callaud et la pile Leclanché. On obtient de la sorte une augmentation progressive de la force électromotrice;

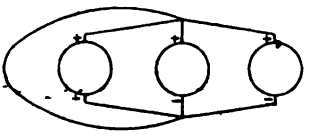


Fig. 56. — Groupement en quantité.

2° Réunir tous les pôles négatifs d'une part et tous les pôles positifs de l'autre (fig. 56). La force électromotrice reste constante, mais l'intensité du courant augmente proportionnellement au nombre des éléments.

Digitized by Google

Le premier de ces modes d'assemblage a reçu le nom de *groupement en série* ou *en tension*, le second, celui de *groupement en quantité* ou *en surface*.

La valeur de l'intensité d'un courant en ampères est donnée par la formule de Ohm :

$$I = \frac{E}{R};$$

c'est le quotient obtenu en divisant la force électromotrice par la résistance intérieure de la pile, en admettant que la résistance extérieure soit négligeable, c'est-à-dire que la pile soit en *court circuit*.

Si nous appelons n le nombre des éléments considérés et si nous appliquons la formule aux deux dispositifs que nous venons d'envisager, nous voyons que :

1° Dans le groupement en série, la formule

$$I = \frac{E}{R}$$

devient

$$I = \frac{nE}{nR}$$

la force électromotrice et la résistance sont toutes les deux multipliées par le nombre des éléments placés à la suite les uns des autres. Le rapport de la force électromotrice à la résistance reste invariable et l'intensité du courant ne change pas, quel que soit le nombre des éléments montés en série;

2° Dans le groupement en quantité, la formule

$$I = \frac{E}{R}$$

devient

$$I = \frac{E}{\frac{R}{n}}$$

plus n est grand, plus $\frac{R}{n}$ est petit; par conséquent l'intensité du courant augmente à mesure que le nombre des éléments devient plus grand, tandis que la force électromotrice reste invariable. Assembler des éléments en quantité revient à n'employer qu'un seul élément, dont la surface serait égale à la surface totale des éléments groupés. Dans ce cas, la force électromotrice ne peut varier, car elle ne dépend que des réactions chimiques qui se produisent dans l'élément.

Digitized by Google

Supposons 10 éléments Leclanché groupés en série :

La force électromotrice de chaque élément est de 1,20 volt, sa résistance intérieure est de 6 ohms.

La force électromotrice du groupe est :

$$n\,E = 1{,}20 \times 10 = 12 \text{ volts.}$$

La résistance intérieure :

$$n\,R = 6 \times 10 = 60 \text{ ohms}$$

$$I = \frac{n\,E}{n\,R} = \frac{12}{60} = 0{,}2 \text{ ampère.}$$

Considérons les mêmes éléments groupés en quantité :

$$E = 1{,}20 \text{ volt}$$

$$\frac{R}{n} = \frac{6}{10} = 0{,}6 \text{ ohm}$$

$$I = \frac{E}{\frac{R}{n}} = \frac{1{,}20}{0{,}6} = 2 \text{ ampères.}$$

Cet exemple montre nettement la différence entre les résultats produits, le même nombre d'éléments, en court circuit, donnant un courant de 0,2 ampère ou de 2 ampères, suivant le mode d'assemblage des éléments.

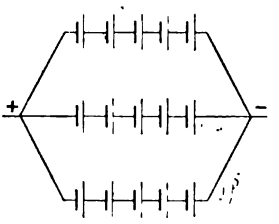


Fig. 57. — Groupement en séries multiples.

En combinant le groupement en série avec le groupement en quantité, on réalise un groupement mixte, participant des deux systèmes, et désigné sous le nom de groupement en *séries multiples*.

La figure 57 montre une batterie installée de la sorte; trois groupes de 5 éléments chacun, montés en série, sont réunis en quantité.

La force électromotrice de la batterie totale est égale à celle d'un élément, multipliée par le nombre des éléments d'une série, soit, dans l'exemple choisi : $E = 1{,}20 \times 5 = 6{,}00$ volts.

La résistance est égale à la résistance d'un élément, multipliée par le rapport entre le nombre d'éléments d'une série et le nombre des séries. Dans la figure 57 il y a 5 éléments par série et 3 séries; la résistance totale de la batterie sera la résistance

Digitized by Google

d'un élément multipliée par $\frac{5}{3}$: $R = \frac{6 \times 5}{3} = 10$ ohms; la force électromotrice étant 6 volts, l'intensité sera :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{6}{10} = 0{,}6 \text{ ampère.}$$

Dans tout ce qui précède, nous avons admis que le circuit de la pile était fermé sur lui-même ou que la résistance du conducteur réunissant les deux pôles était négligeable. Il n'en est plus de même dans la pratique où il faut tenir compte de la résistance de la ligne télégraphique et de celle des appareils de transmission. On est dès lors conduit à se demander quel est le nombre des éléments de pile à installer dans les bureaux desservant une ligne télégraphique donnée.

Calcul du nombre d'éléments de pile nécessaires pour desservir une ligne télégraphique. — L'intensité du courant dans le circuit total varie suivant le mode d'assemblage des éléments. Il est facile de reconnaître *a priori* quel est le mode d'assemblage qui convient le mieux, dans chaque cas particulier, sachant que *le maximum d'intensité du courant fourni par une pile dans un circuit donné s'obtient en groupant les éléments de telle sorte que la résistance intérieure de la batterie soit égale à la résistance du circuit extérieur.*

Dans le cas d'une pile destinée à desservir une ligne télégraphique d'une certaine longueur, il est facile de voir que le groupement en série est le seul possible, car la résistance du circuit extérieur est généralement de beaucoup supérieure à celle de tous les éléments formant la batterie.

Pour le calcul du nombre d'éléments à employer les données du problème sont les suivantes :

1° Résistance normale de la ligne ou longueur et diamètre du conducteur, fer ou cuivre;

2° Résistance du récepteur et du galvanomètre;

3° Intensité du courant nécessaire au fonctionnement régulier du récepteur;

4° Force électromotrice et résistance intérieure d'un élément de la pile utilisée; c'est ce que l'on appelle les *constantes* de la pile.

Soient :

R la résistance de la ligne;

R′ la résistance du récepteur;

R″ la résistance du galvanomètre;

Digitized by Google

r la résistance intérieure d'un élément de pile;

E la force électromotrice d'un élément de pile;

I l'intensité nécessaire pour le fonctionnement régulier d'un récepteur;

x le nombre d'éléments cherché.

La formule d'Ohm donne la valeur de x.

$$I = \frac{xE}{xr + R + R' + R''}$$

$$I(xr + R + R' + R'') = xE$$

$$I(R + R' + R'') = xE - Irx = x(E - Ir)$$

$$x = \frac{I(R + R' + R'')}{E - Ir}$$

Les données numériques sont les suivantes :

R, résistance de la ligne, est égale au nombre de kilomètres multiplié par la résistance kilométrique.

La résistance kilométrique est, pratiquement, de :

10	ohms pour le fil de fer de	4	millimètres de diamètre.
6,4	—	5	—
17,8	—	3	—
0,2	ohms pour le fil de cuivre de	5	—
1,15	—	4,5	—
1,44	—	4	—
1,85	—	3,5	—
2,5	—	3	—
3,5	—	2,5	—
5,5	—	2	—

R' — la résistance des récepteurs Morse est de 500 ohms;

R'' — la résistance des galvanomètres horizontaux est de 0,8 ohm, celle des galvanomètres verticaux de 250 ohms;

Nous admettons que la résistance de la terre est négligeable;

r — résistance intérieure d'un élément :

Callaud grand modèle, 5 ohms;

Callaud petit modèle, 8 à 10 ohms, admettons 9 en moyenne;

Leclanché, 5 à 6 ohms, admettons 6;

E — force électromotrice d'un élément :

Callaud, 1 volt;

Leclanché, 1,20 volt;

I — intensité nécessaire pour faire fonctionner un récepteur Morse; on admet habituellement que 15 milliampères suffisent; prenons I = 0,025 pour parer aux éventualités.

Digitized by Google

Il suffit de remplacer les lettres par ces données numériques, dans la formule précédente, pour obtenir la valeur de x, c'est-à-dire pour calculer le nombre d'éléments nécessaires au fonctionnement des postes desservant une ligne donnée.

Exemple numérique : Quel est le nombre d'éléments Leclanché nécessaire pour desservir une ligne de 25 kilomètres en fil de fer de 4 millimètres de diamètre, les postes des deux extrémités fonctionnant avec des récepteurs Morse et possédant des galvanomètres verticaux?

La résistance de la ligne est $25 \times 10 = 250$;

$R = 250$ ohms;

$R' = 500$ ohms;

$R'' = 250$ ohms;

$r = 6$;

$E = 1{,}20$;

$I = 0{,}025$;

$$x = \frac{I(R + R' + R'')}{E - Ir} = \frac{0{,}025\,(250 + 500 + 250)}{1{,}20 - 0{,}025 \times 6} = \frac{25}{1{,}20 - 0{,}150} = 23{,}8$$

Soit, en chiffres ronds 25 éléments; si nous avions admis $I = 0{,}015$, le nombre cherché aurait été 13,5 soit 15 éléments. Dans les mêmes conditions, avec $I = 0{,}025$, il faudrait 32 éléments Callaud petit modèle, et avec $I = 0{,}015$, il en faudrait 18.

Blavier, dans son *Nouveau traité de télégraphie électrique* (Paris, 1867), donne les chiffres suivants pour les piles au sulfate de cuivre desservant des lignes en fil de fer de 4 millimètres de diamètre.

Distances inférieures à	100	kilomètres,	de	15 à 30	éléments.
— de 100 à	200	—		30 à 50	—
— de 200 à	300	—		50 à 70	—
— de 300 à	500	—		70 à 100	—
— de 500 à	1000	—		100 à 150	—

Connaissant, d'ailleurs, la résistance d'une ligne en fil de fer de 4 millimètres, égale à sa longueur en kilomètres multipliée par 10, il est toujours facile d'évaluer la résistance d'une ligne de même longueur construite en fil de fer d'un autre diamètre; on sait, en effet, que les résistances sont en raison inverse des sections et, par conséquent, en raison inverse des carrés des diamètres.

Le cas peut se présenter où une pile alimente un circuit local de faible résistance; il y a lieu, dans ces conditions, de rechercher si le groupement en surface ou en séries multiples n'est pas plus avantageux que le groupement en série.

Digitized by Google

Groupement des piles en échelle d'Amsterdam. — Par un dispositif spécial des éléments, utilisé aujourd'hui dans beaucoup de grands bureaux, on est parvenu à n'employer qu'une batterie unique pour desservir un nombre de lignes relativement grand, ces lignes fussent-elles de longueur très différente. Ce procédé, connu sous le nom de *pile en échelle d'Amsterdam,* permet de réaliser de notables économies. Quand la résistance du circuit extérieur est très grande, l'intensité du courant dépend principalement du nombre d'éléments groupés en série, mais la résistance intérieure de la pile croît nécessairement avec le nombre des éléments. Or, pour qu'une pile unique puisse des-

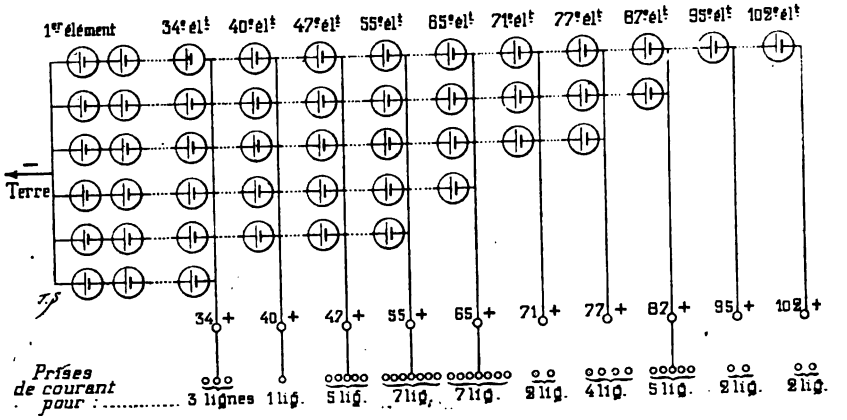


Fig. 58. — Piles en échelle d'Amsterdam.

servir plusieurs lignes simultanément, il faut que cette résistance intérieure soit relativement faible, résultat auquel il est facile d'arriver en employant le groupement en séries multiples.

Si l'on groupe, par exemple, 150 éléments Callaud en cinq séries de 30 éléments montés en tension, les pôles positifs de chacune des cinq séries étant reliés ensemble et leurs pôles négatifs mis à la terre, on pourra facilement desservir 10 lignes de 100 kilomètres de longueur chacune, tandis que, en affectant une pile spéciale à chacune d'elles, il aurait fallu 300 éléments.

En ajoutant de nouveaux éléments à chacune des cinq séries, on pourra successivement avoir 40, 50, 60,... 100 éléments en tension. D'après la longueur des diverses lignes à desservir, on établira des prises de courant au 40e, 50e, 60e,... 100e élément, et chacune de ces prises de courant pourra desservir simultanément plusieurs lignes.

Digitized by Google

Mais, comme les lignes très longues sont, en général, moins nombreuses que celles qui desservent des localités peu éloignées, on pourra ne pas conserver le même nombre de séries jusqu'au 100e élément.

La figure 38 montre une pile montée en échelle d'Amsterdam; c'est la disposition de l'une des batteries installées au poste central de Paris en 1877. Cette pile, qui a fonctionné pendant neuf mois sans interruption et sans nettoyage, desservait 38 postes importants dont les lignes avaient un développement de 15 100 kilomètres.

Le groupe se composait de 420 éléments, ce qui faisait en moyenne 11,35 éléments par poste et 2,78 par 100 kilomètres.

En affectant une batterie spéciale à chaque poste, il eût fallu 2486 éléments.

Les chiffres suivants donneront une idée de l'économie réalisée :

Au 1er janvier 1877, 8300 éléments, dont 4130 au sulfate de mercure étaient en service au poste central; l'installation réalisée en 1877 réduisit ce chiffre à 3800 éléments Callaud, dont 700 formaient des batteries de secours.

Cependant les besoins augmentant chaque jour, il existait, en 1892, plus de 10 000 éléments Callaud, grand modèle, en service au poste central de Paris.

Installation des piles dans les bureaux. — Dans les bureaux télégraphiques, à l'exception toutefois des postes faisant usage de certains appareils spéciaux, un des pôles de la pile est en communication avec la terre, c'est généralement le pôle négatif. Le pôle positif est mis en relation avec les appareils télégraphiques.

Pour faciliter l'établissement de ces communications, on fait habituellement usage de *serre-lames*, tels que ceux que nous avons décrits à la page 15.

Pour ajouter du liquide dans les éléments de pile, ou pour en retirer, on fait usage d'une *pipette en caoutchouc*, surtout lorsque, comme dans la pile Callaud, le transvasement doit être fait avec précaution.

C'est une poire creuse en caoutchouc, terminée par un long tube, également en caoutchouc.

En comprimant fortement avec la main la partie sphérique, on chasse au dehors l'air qu'elle contient. Si alors on plonge l'extrémité du tube dans un récipient plein d'eau, ce liquide, sous l'action de la pression atmosphérique, monte dans la pipette aussitôt que la main cesse de presser la poire.

Digitized by Google

Lorsque l'instrument est ainsi rempli, on peut verser, dans chaque élément de pile, la quantité d'eau nécessaire, au moyen d'une légère pression exercée sur la poire. S'il s'agit, au contraire, de retirer du liquide en excès dans un élément, on procède par aspiration, comme il a été indiqué, et l'opération s'effectue facilement, dans les deux cas, sans troubler les dissolutions.

La pile étant le générateur d'électricité, la source à laquelle viennent puiser les différentes lignes télégraphiques, doit être disposée de telle sorte qu'un simple coup d'œil suffise pour découvrir les points défectueux. Du bon entretien des piles dépend en partie le bon fonctionnement des postes, partant il y a le plus grand intérêt à ce que la disposition des éléments se prête à un contrôle facile de la part du personnel. C'est dans ce but que l'on emploie des vases en verre plus fragiles que les vases en poterie, mais permettant, par transparence, d'observer la hauteur du liquide dans chacun d'eux.

Dans les petits bureaux, les piles sont placées dans des boîtes, sous la table qui supporte les appareils, ou bien dans une armoire voisine; dans les centres importants, une salle spéciale leur est réservée.

Dans l'un et l'autre cas, les précautions à prendre sont les suivantes :

La pile doit être isolée, c'est-à-dire qu'il ne doit exister de communication électrique entre les différents vases en verre que par l'intermédiaire du conducteur unissant un élément à l'autre. Il faut, en conséquence, que la pile soit installée dans un endroit sec, mais on doit éviter de l'exposer aux rayons solaires ou à une trop grande chaleur, pour prévenir une évaporation excessive des liquides. Il faut aussi la préserver de la gelée qui en arrête les réactions chimiques.

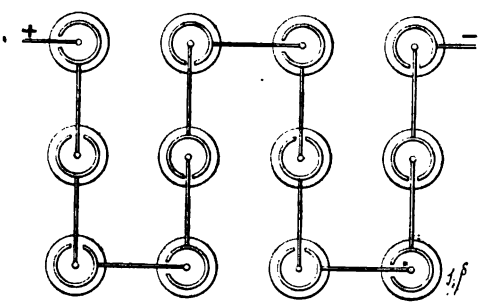


Fig. 59. — Disposition des piles dans les bureaux.

La disposition la plus habituellement employée est la forme rectangulaire (fig. 59). Les éléments étant disposés sur deux ou trois rangées, l'agencement général dépend d'ailleurs de l'emplacement dont on dispose.

Digitized by Google

Il suffit souvent d'un seul élément défectueux pour empêcher le fonctionnement de la pile. Tout élément reconnu défectueux doit être immédiatement supprimé, soit en le retirant, soit en l'annulant; on obtient ce dernier résultat en reliant ses deux pôles par un fil conducteur.

Dans les grands bureaux où le nombre des éléments de pile en service est considérable, il faut prendre des dispositions spéciales pour obtenir un bon agencement.

Voici comment furent installées, en 1877, les grandes batteries du poste central de Paris, dans les caves de l'hôtel de la rue de Grenelle.

« Chaque cave fut garnie de tables rectangulaires disposées en fer à cheval, à deux étages convenablement espacés pour permettre facilement l'aménagement du grand modèle des éléments Callaud.

« Les piles *en séries parallèles*, au lieu de s'étendre en ligne droite, sont repliées sur elles-mêmes, de manière à suivre le fer à cheval formé par les tables.

« 375 câbles à un conducteur, partant des *rosaces* du poste central, viennent directement s'épanouir par l'une de leurs extrémités aux voûtes des caves, au-dessus des batteries.

« Ces fils sont contenus dans un conduit en zinc suspendu à la voûte des couloirs et qui les distribue dans chacune des caves.

« Ils sont alors disposés sur de grands plateaux en bois fixés de chaque côté des voûtes, dans le sens de la longueur.

« La dernière partie de chaque câble, ainsi tendue sur le plateau, est garnie de 4 serre-fils soudés sur le toron même et espacés d'un bout à l'autre du plateau.

« Pour relier un de ces conducteurs à la pile, on fixe l'extrémité d'un fil volant soit à l'élément, soit à la lame de cuivre où il doit puiser, et l'autre extrémité à celui des serre-fils de ce conducteur qui est le plus voisin. Cette disposition offre l'avantage de ne pas laisser pendre de fils inutiles au-dessus des piles et permet de reconnaître rapidement les fils en service.

« Des étiquettes convenablement disposées et classant les fils par séries de cinq, servent d'ailleurs à les désigner avec clarté.

« De plus, chaque plateau est relié par plusieurs fils de renvoi à une *rosace* unique, formée de 120 boutons, au moyen de laquelle on peut, à volonté, mettre en communication métallique l'un quelconque des 375 fils, soit avec un autre de ces fils, soit avec toute pile placée dans l'une quelconque des caves.

« Un gros *câble de terre* (38 brins de fil de cuivre de 1,6 mm)

Digitized by Google

parcourt successivement les voûtes de toutes les salles souterraines et, par des branchements en forts torons de 5 fils, fournit des communications nombreuses et sûres avec la terre.

« Une *tuyauterie* suit le même parcours et conduit l'eau et le gaz à la voûte de chaque cave, où des robinets à raccords distribuent l'une et l'autre.

« Six cuves doublées de plomb servent à préparer séparément les solutions de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc nécessaires pour faire les piles neuves. A cet effet, des cristaux de chacun de ces sels sont placés dans des paniers en plomb, percés de trous, qui sont suspendus à la partie supérieure de ces cuves; ces cristaux, en fondant, saturent l'eau qui les baigne.

« L'expérience a amené à employer, pour les éléments entièrement neufs, une solution de sulfate de cuivre saturée à 23° de l'aréomètre de Baumé et une solution de sulfate de zinc à 8° seulement.

« Quand une pile, ainsi constituée, fonctionne, les solutions s'enrichissent, particulièrement celle de sulfate de zinc, qui parvient en quelques mois à 25 et même à 30°. La pile est alors dans toute sa force; mais il est bon de ne pas laisser dépasser 20° environ au liquide qui baigne le zinc, à cause de l'abondance des sels grimpants qui, en salissant les vases, finissent par établir entre eux une communication humide (1). »

L'exemple que nous venons de citer n'a été donné qu'à titre de renseignement, car depuis, et notamment au poste central de Paris, les choses ont bien changé. Après différents essais tendant à utiliser les courants des machines dynamoélectriques, on s'est arrêté, pour plusieurs grands postes centraux, à l'emploi des accumulateurs.

Emploi des accumulateurs en télégraphie. — Dans l'état actuel, la substitution des accumulateurs aux piles est tout indiquée pour les stations centrales importantes qui disposent d'une installation électrique en vue d'assurer l'éclairage et le remontage automatique des appareils Hughes et Baudot.

A la suite d'une série d'essais entrepris dès 1886, les résultats ont été suffisamment concluants pour décider l'administration française à réaliser des installations définitives. Celle de Lyon remonte à 1894, celle du poste central de Paris, ébauchée en 1886, s'est successivement accrue en 1889 et 1892 et a été rendue définitive en 1895-1896.

(1) *Annales télégraphiques*, 1878.

Digitized by Google

Aujourd'hui, à part 500 éléments Callaud, grand modèle, réservés aux essais de lignes et au service des appareils Wheatstone sur le câble franco-danois de Fredericia, tous les autres postes du bureau central de Paris sont desservis par des accumulateurs.

Six batteries sont en service, dont trois fournissent des courants positifs, trois des courants négatifs. Les éléments utilisés sont du système Laurent Cély et du système Tudor; les accumulateurs employés à Lyon sont des éléments Tudor.

Principe des accumulateurs. — Lorsqu'on décompose l'eau par la pile dans un voltamètre à électrodes de platine, et qu'après quelques instants de fonctionnement, on interrompt le courant, on constate, à l'aide d'un galvanomètre intercalé dans le circuit, qu'il se produit alors un courant de sens opposé à celui qui a provoqué la décomposition de l'eau.

Ce phénomène est dû à ce que les électrodes, pendant le passage du courant, se sont polarisées, c'est-à-dire recouvertes l'une de bulles de gaz oxygène, l'autre de bulles de gaz hydrogène. Le courant primitif ayant cessé, ces deux gaz se recombinent pour former de l'eau, en donnant naissance à un courant secondaire de sens inverse du premier.

Si les électrodes, au lieu d'être en platine, métal inoxydable, sont formées par deux lames de plomb plongeant dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, il se produit un phénomène analogue. Lorsqu'on relie chacune de ces lames respectivement à l'un des pôles d'une pile, la lame négative, dont la couleur était celle du plomb oxydé par le contact de l'air, reprend son éclat métallique, puis se recouvre de bulles d'hydrogène qui se dégagent; en même temps, la lame positive prend une teinte plus foncée et se recouvre entièrement d'une couche de peroxyde de plomb qui va toujours en augmentant; cette couche de peroxyde insoluble reste fixée à la lame et, quand celle-ci en est entièrement recouverte, on voit se dégager des bulles d'oxygène. A ce moment, l'action chimique cesse sur les deux lames et il n'y a plus que décomposition de l'eau avec dégagement d'oxygène et d'hydrogène. On dit alors que les lames sont *chargées*. Si, à ce moment, on interrompt le courant de charge et si l'on met en communication les deux lames de plomb, en ayant soin d'intercaler un galvanomètre dans le circuit, on constate qu'il se produit un courant de décharge, de sens inverse du courant de charge, et que la lame négative perd progressivement son éclat métallique, tandis que la lame positive prend une nuance moins foncée.

Digitized by Google

Deux actions chimiques successives et inverses se sont donc produites :

1° Pendant la charge, la surface oxydée de la lame négative a été réduite à l'état métallique, tandis que la lame positive a été peroxydée ;

2° Pendant la décharge, il s'est fixé sur chaque électrode de l'acide sulfurique : à l'électrode positive, la formation de sulfate de protoxyde de plomb a mis en liberté de l'oxygène, puisque le peroxyde est passé à l'état de protoxyde ; cet oxygène s'est porté sur le plomb de l'électrode négative, a formé du protoxyde de plomb qui, lui aussi, s'est combiné avec l'acide sulfurique pour donner naissance également à du sulfate de protoxyde de plomb.

En faisant passer de nouveau le courant, il se produit des réactions chimiques inverses : le sulfate de plomb est réduit à l'état métallique sur l'électrode négative par l'action de l'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau, tandis que l'oxygène agit sur l'électrode positive pour reformer du peroxyde de plomb.

Cette succession de phénomènes se reproduit à chaque nouvelle charge et décharge.

C'est aux appareils dans lesquels sont utilisés ces phénomènes, pour produire des courants secondaires, qu'on a donné le nom d'*accumulateurs* ou *piles secondaires*. Basés sur les effets chimiques que produit le courant, ils servent à emmagasiner par la charge une certaine quantité d'énergie chimique qu'ils restituent, à volonté, sous forme d'énergie électrique pendant la décharge, après un temps plus ou moins long et à différents intervalles.

Charger un accumulateur consiste donc à modifier l'état chimique de ses électrodes en décomposant un électrolyte ; le *décharger*, c'est utiliser l'énergie électrique produite par le travail chimique des électrodes revenant à leur état primitif.

D'après ce qui précède, on voit que les accumulateurs ne constituent pas, à proprement parler, un générateur d'énergie électrique ; ils doivent d'abord être chargés, généralement à l'aide d'une dynamo, et peuvent restituer ensuite, sous forme de courant, immédiatement ou au bout d'un certain temps, la plus grande partie de l'énergie qu'ils ont reçue.

Accumulateur de la Société pour le travail électrique des métaux. — La batterie d'accumulateurs Laurent-Cély, du poste central de Paris, est de 50 éléments, ayant une capacité de 60 ampères-heure. Chaque élément contient 5 kilogrammes de plaques alternativement positives et négatives, plongeant

Digitized by Google

dans un vase rempli d'eau acidulée à l'acide sulfurique (fig. 60). Cette batterie a, pendant longtemps, assuré le service de nuit; on la rechargeait pendant le jour.

Fig. 60. — Accumulateur de la Société pour le travail électrique des métaux.

Les plaques se composent d'un cadre grillagé, en plomb, fabriqué au moule, et dans lequel sont enchâssées des pastilles de matière active : plomb très poreux pour les électrodes négatives, peroxyde de plomb pour les électrodes positives. Pour préparer ces pastilles, on se sert de chlorure de plomb que l'on fond avec une proportion variable de chlorure de zinc. Ce mélange est coulé dans des moules, sous forme de pastilles qu'on lave à l'acide chlorhydrique pour enlever toute trace d'oxyde ou de chlorure de zinc. Les pastilles sont ensuite disposées dans un moule convenable et on coule autour le cadre de plomb. Les plaques ainsi préparées sont alors débarrassées du chlore en les employant à former, avec des plaques de zinc, une pile dans laquelle le chlore se porte sur ce dernier métal. Les plaques qui doivent devenir négatives sont prêtes après cette dernière opération; celles qui doivent constituer les électrodes positives sont, en outre, lavées, puis chauffées dans une étuve à air chaud, afin de transformer le plomb des pastilles en peroxyde de plomb. On obtient ainsi des substances très poreuses : le plomb des plaques négatives a pour densité 2,75 environ, et le peroxyde des plaques positives 3.

Fig. 61. — Plaque positive d'accumulateur Tudor.

Accumulateurs Tudor. — Les éléments Tudor employés ont une capacité de 36 ampères-heure; ils sont formés de 3 plaques positives et de 2 plaques négatives, pesant ensemble 8 kilogrammes.

Les plaques positives représentent une sorte de quadrillage, résultant de l'entre-croisement de rainures verticales et de rainures horizontales, pratiquées sur les deux faces d'une lame de plomb (fig. 61). Les plaques négatives ne comportent que des rainures verticales.

Digitized by Google

Ces plaques, longues de 14 centimètres, larges de 13,5 centimètres et épaisses de 1,35 centimètre, forment en quelque sorte unité; elles contiennent 1740 grammes de plomb et

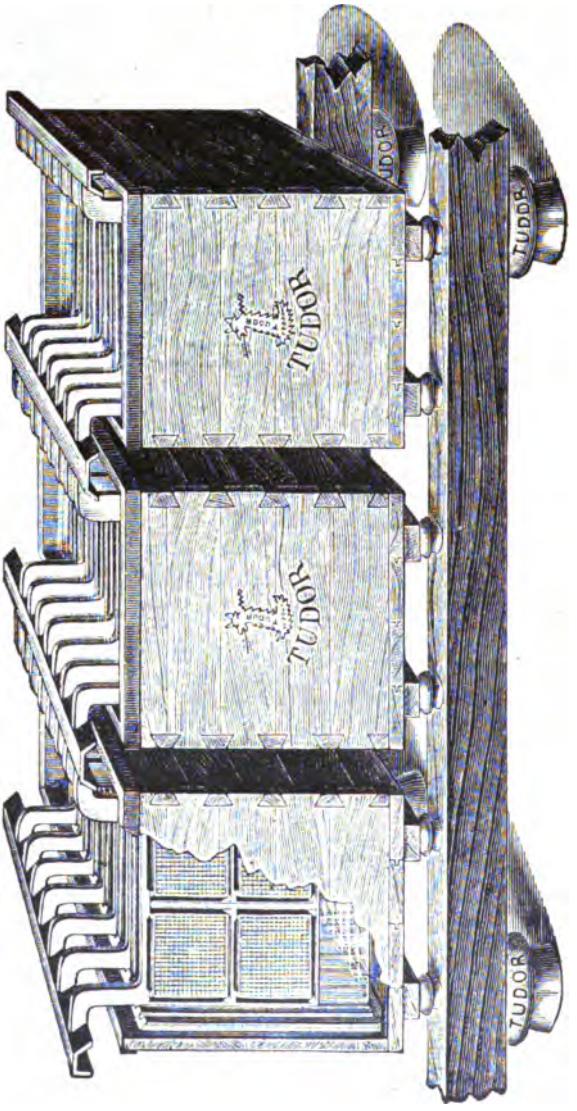


Fig. 62. — Installation d'une batterie d'accumulateurs.

310 grammes de matière active (minium ou litharge). Suivant les dimensions que l'on veut donner à l'élément, 4, 8, 16 ou 32 plaques positives sont soudées et assemblées dans un cadre

Digitized by Google

de plomb antimonieux, pour former une électrode unique, comme le montre la figure 62. Il en est de même pour les plaques négatives, qui se composent également de 4, 8, 16 ou 32 plaques élémentaires. Ce sont les électrodes ainsi constituées, qui sont soumises à la *formation*, opération qui s'exécute habituellement chez le fabricant. Un groupe d'éléments constitue une batterie.

Les queues des plaques sont soudées individuellement à une lame de plomb qui réunit toutes les plaques positives d'un élément à toutes les plaques négatives de l'élément suivant.

Les récipients sont en verre; cependant dans les grandes stations centrales d'électricité, on fait usage de caisses en bois doublées de plomb (fig. 62).

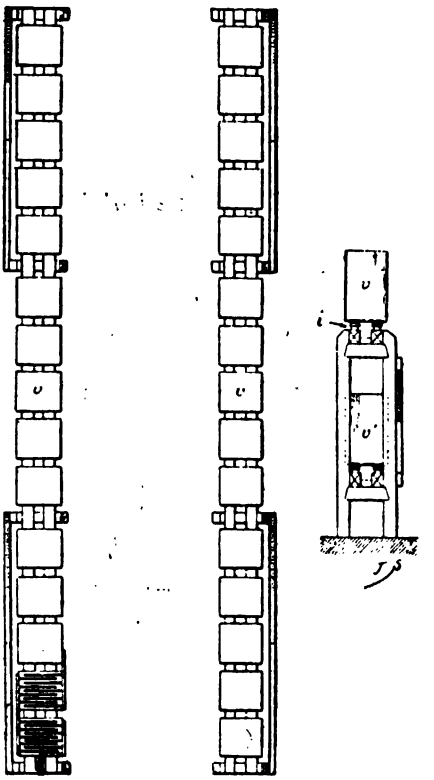


Fig. 63. — Installation d'une batterie de 60 éléments sur deux rangées.

Les plaques ne reposent pas directement sur le fond du vase; elles sont soutenues par des lames de verre maintenues dans une position invariable, par des rainures appliquées contre les parois latérales du vase. Les lames de verre sont elles-mêmes posées sur des bandes de caoutchouc, placées transversalement sur le fond du vase.

L'eau acidulée constituant *l'électrolyte* se prépare en mélangeant environ 9 volumes d'eau distillée à un volume d'acide sulfurique chimiquement pur. Cette opération se fait vingt-quatre heures à l'avance, et le liquide doit être complètement refroidi avant d'être employé. Les plaques étant mises en place, on verse le liquide jusqu'à ce que leur bord supérieur soit immergé d'environ 3 centimètres. Le niveau du liquide doit être maintenu constant, soit en ajoutant de l'eau distillée, soit en ajoutant de

Digitized by Google

l'eau acidulée; la proportion à observer est indiquée par un aréomètre Baumé qui, plongé dans le liquide, doit marquer 26°.

Aussitôt montées, les batteries doivent être chargées. De même, après chaque décharge, partielle ou totale, il faut, pour conserver les éléments en bon état, recharger complètement les batteries le plus promptement possible.

Les régimes de charge et de décharge sont indiqués, pour chaque type, par les constructeurs; le régime maximum de charge est d'environ 0.9 ampère par kilogramme d'électrode; le régime normal de décharge est de 1 ampère par kilogramme.

Installation des accumulateurs. — Nous pouvons citer, comme exemple d'une installation importante d'accumulateurs, en vue des usages télégraphiques, celle qui existe au poste central de Paris, et qui a été décrite par M. Montpellier (1).

Chaque batterie est placée sur de forts tréteaux parallèles supportant deux rangées superposées de 15 éléments chacune. (fig. 63.)

Les éléments sont posés sur des isolateurs en porcelaine; les figures 64 et 65 montrent l'aspect extérieur et la coupe de ces isolateurs. Ils sont en deux pièces et la partie inférieure forme une sorte de cuvette que l'on remplit d'huile lourde et dans laquelle plonge le couvercle.

Fig. 64. — Isolateur en porcelaine.

Les prises de courant sont soudées aux éléments.

Afin d'éviter les avaries que pourrait provoquer une mise accidentelle à la terre dans le poste et afin d'éviter aussi que les appareils soient traversés par des courants trop intenses, on a disposé sur le fil de terre commun aux batteries, ainsi que sur les conducteurs des différents groupes, des coupe-circuits fusibles; mais, en outre, sur chaque prise de courant, aboutissant à un appareil, on a greffé une résistance additionnelle qui pare à toutes les éventualités. C'est une petite griffe que l'on introduit dans le circuit au moyen de deux bornes de serrage (fig. 66), et que l'on peut remplacer facilement. Les deux pièces métalliques qui

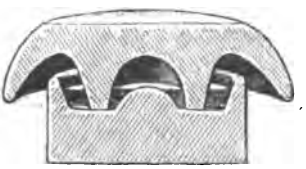


Fig. 65. — Isolateur en porcelaine. (Coupe.)

(1) *L'Electricien*, nos 312 et 313. Décembre 1896.

Digitized by Google

pénètrent dans les bornes sont encastrées dans une pièce de bois qui les maintient solidement; elles sont réunies électriquement par un fil ténu qui fond dès que l'intensité du courant dépasse 1 ampère dans la branche du circuit à laquelle appartient la griffe; il n'y a jamais de la sorte qu'un appareil immobilisé pendant les quelques instants nécessaires au remplacement de la griffe.

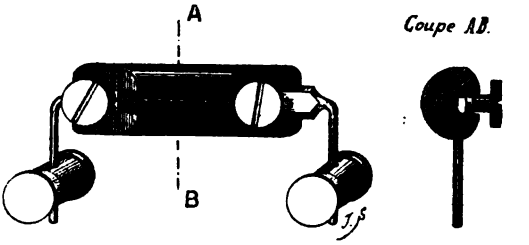


Fig. 66. — Griffe.

Le point le plus intéressant de la question est le dispositif adopté pour assurer rapidement les manœuvres de permutation.

L'expérience a montré que deux batteries, l'une positive, l'autre négative, suffisent pour assurer le service des transmissions du poste central pendant 24 heures. Pendant cette période, un second groupe de deux batteries est tout chargé et reste en réserve pour parer aux accidents; le troisième groupe est en charge. Chacun des groupes est mis en service à tour de rôle.

Ces opérations de transposition s'effectuent très rapidement au moyen de commutateurs spéciaux. Si nous considérons un groupe de trois batteries, l'une au repos, l'autre en charge, la troisième en service, il nous faudra trois commutateurs pour opérer la permutation journalière.

Chaque commutateur se compose d'un cylindre en matière isolante, sur la surface duquel sont incrustées des lames métalliques; trois séries de ressorts fixés au socle de l'instrument appuient sur ces lames. L'axe du cylindre est commandé par une manette qui permet de le faire tourner d'un certain angle, dans un sens ou dans l'autre, et de déplacer ainsi les lames métalliques par rapport aux ressorts.

Dans le cas qui nous occupe, les batteries à mettre en charge ont été divisées en trois sections de 20 éléments chacune; ces trois sections sont réunies en quantité pour la charge, en tension pour la décharge; c'est le rôle du commutateur.

L'installation comporte 6 commutateurs, un pour chaque batterie, ceux qui sont affectés aux batteries positives ne différant de ceux des batteries négatives que par leurs connexions extérieures.

Digitized by Google

La figure 67 montre le commutateur dans les trois positions qu'il peut occuper.

La manette M étant tournée vers la gauche, les accumulateurs sont dans la position de charge. Lorsqu'il s'agit d'une batterie positive, le pôle positif de la dynamo est relié aux trois res-

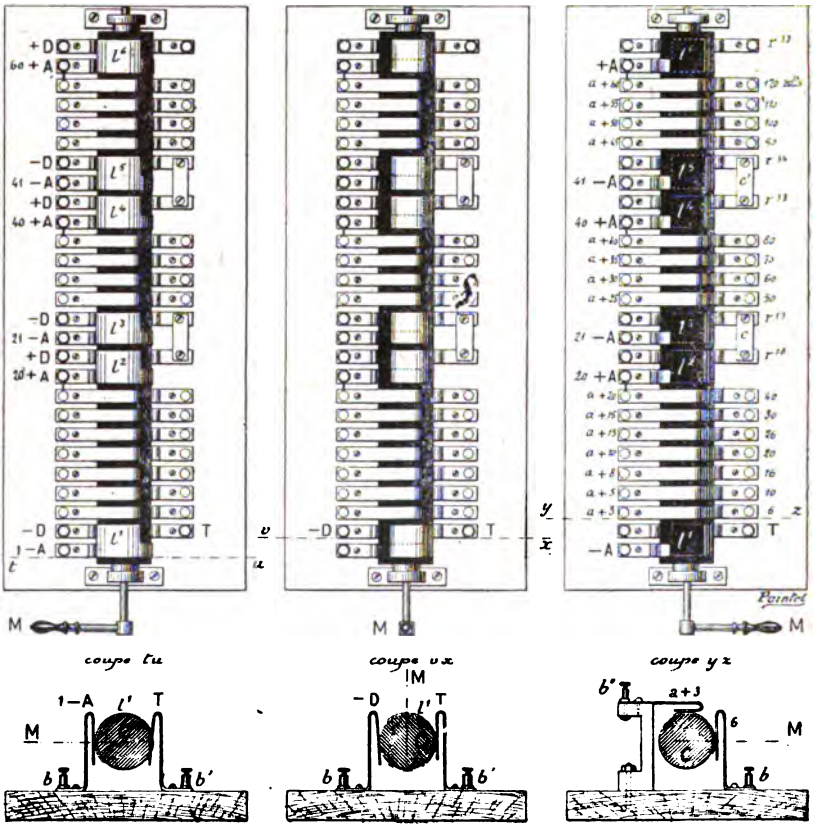


Fig. 67. — Commutateur de charge et de décharge.

sorts + D et son pôle négatif aux trois ressorts — D. Les pôles négatifs des éléments 1, 21, 41, sont respectivement reliés aux ressorts 1 — A, 21 — A, 41 — A; les pôles positifs des éléments 20, 40, 60 sont respectivement reliés aux ressorts 20 + A, 40 + A, 60 + A. Par conséquent, la lame l^1 réunit le pôle négatif du 1er élément au pôle négatif de la dynamo; de même la liaison entre le pôle positif du 20e élément et le pôle positif de la dynamo est établie par la lame l^2; il en est de même pour les

Digitized by Google

lames l^3, l^4, l^5, l^6 qui mettent les deux autres groupes en communication avec la dynamo.

Dans cette position, les trois sections de la batterie sont montées en quantité et sont en charge; la série des ressorts de droite et la série des ressorts supérieurs sont isolées, car elles reposent sur la surface même du cylindre.

Lorsque la manette M est verticale la batterie est au repos; les trois séries de ressorts reposent sur la surface du cylindre et sont isolées.

Lorsque la manette M est tournée à droite, la batterie est dans la position de décharge. Les six ressorts D communiquant avec la dynamo sont isolés et les trois sections de la batterie sont montées en tension. En effet, le pôle négatif du 1er élément est à la terre par la lame l^1 qui réunit le ressort — A au ressort T; le pôle positif du 20e élément est réuni au pôle négatif du 21e par 20 + A, l^2, r^{18}, c, r^{19}, l^3, 21 — A; la liaison entre la 2e et la 3e section est établie d'une manière analogue par 40 + A, l^4, r^{33}, c', r^{34}, l^5, 41 — A. Les ressorts supérieurs, reliés aux pôles positifs des 3e, 5e, 8e,... éléments, communiquent par les bandes métalliques incrustées sur la surface du cylindre avec les ressorts latéraux de droite, réunis aux différents appareils à desservir, et constituent les prises de courant.

Lorsqu'il s'agit d'une batterie négative, la seule différence consiste en ce que c'est le pôle positif du 1er élément qui est à la terre.

Les commutateurs sont placés sur des tableaux avec les appareils de mesure et les rhéostats; il existe un tableau pour les 3 batteries positives et un autre pour les 3 batteries négatives.

Dans chacun de ces tableaux (fig. 68) le courant de la dynamo arrive par la borne D +, puis passe successivement par un coupe-circuit à fil fusible, par le rhéostat R et l'ampèremètre A. A la sortie de celui-ci, trois dérivations se dirigent sur les rhéostats R^1, R^2, R^3 et, de là, à travers les coupe-circuits b, vers les ampèremètres A^1, A^2, A^3. Chacun de ces trois derniers instruments lance également trois dérivations vers les commutateurs C^1, C^2, C^3. Les trois dérivations c^1 sont attachées aux trois ressorts + D du commutateur C^1, les trois dérivations c^2 aux trois bornes + D du commutateur C^2 et les trois dérivations c^3 aux trois bornes + D du commutateur C^3. Des trois bornes — D de ces trois commutateurs partent des conducteurs qui, à travers un disjoncteur automatique et un coupe-circuit, reviennent par la borne D — au pôle négatif de la dynamo.

Ainsi, lorsque la batterie B^1 est en charge, elle reçoit le cou-

Digitized by Google

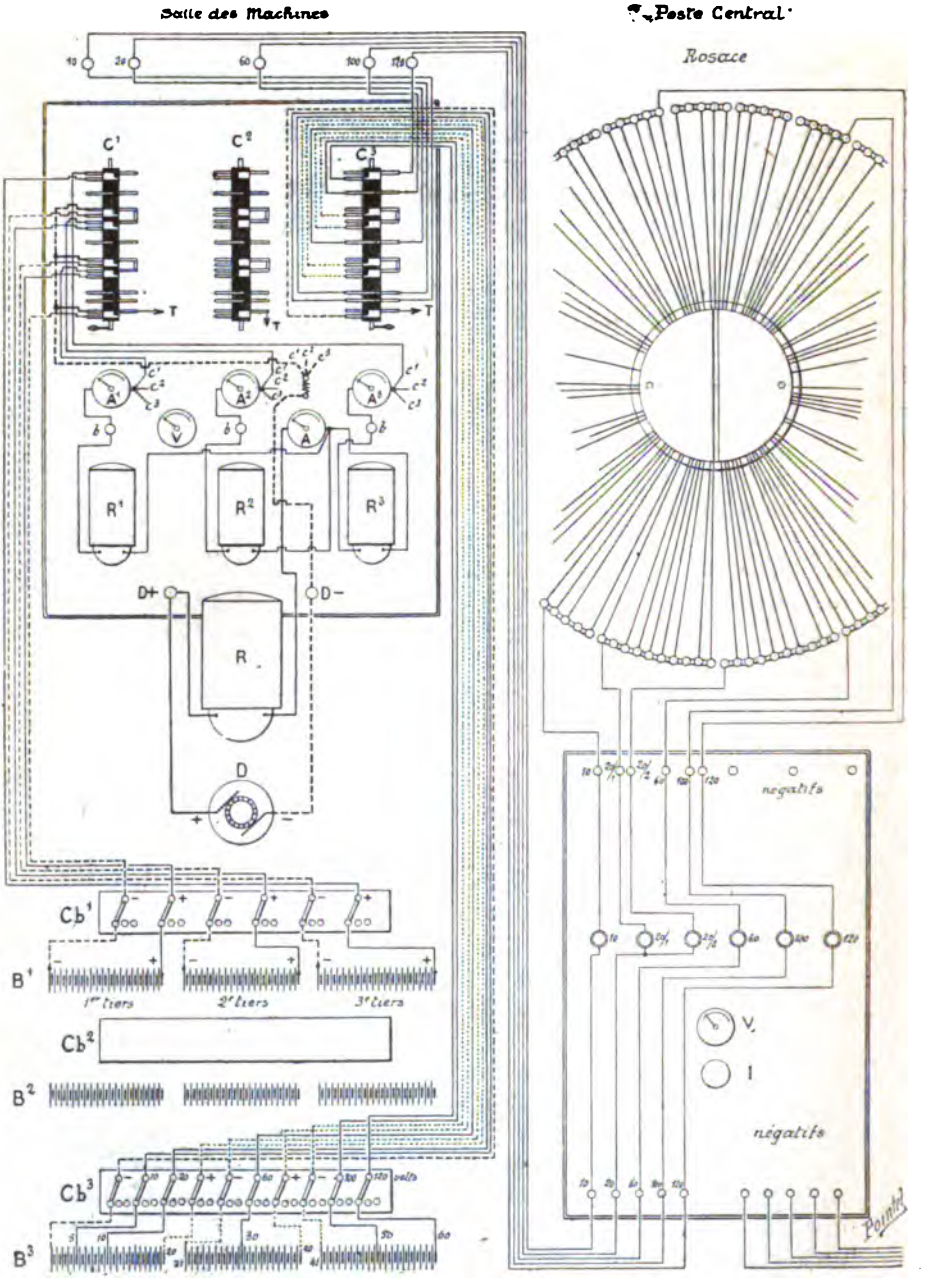


Fig. 68. — Tableau de charge et tableau de répartition.

Digitized by Google

rant de la dynamo D par D+, R, A, puis R^1, *b*, A^1, c^1 pour la 1re section, R^2, *b*, A^2, c^1 pour la 2e section, R^3, *b*, A^3, c^1 pour la 3e section; le retour commun se fait par la ligne figurée en pointillé, c^1, D — pour aboutir au pôle négatif de la dynamo.

Un voltmètre, garni de fils souples, peut à tout moment être intercalé entre les bornes.

Les prises de courant des appareils, représentées par des bornes situées en arrière du tableau, sont telles que le travail des différentes sections de chaque batterie n'est pas le même; la 1re section travaille beaucoup plus que les autres. Elle fournit 350 prises de courant tandis que la seconde n'en a que 150 et la 3e 50. Il y avait donc intérêt, pour répartir uniformément le travail, à faire passer périodiquement chacune des trois sections au second et au 1er rang, de façon à obtenir les trois combinaisons successives ABC, BCA, CAB pour revenir ainsi à ABC, A, B et C étant les trois sections de la batterie montées en tension.

Un commutateur, imaginé par M. Mauriva, inspecteur des Postes et Télégraphes, permet d'obtenir ce résultat; il se compose de bornes à contre-écrou du modèle ordinaire, montées sur un panneau en bois. Ces bornes sont disposées par groupes de trois, et, au-dessus de chaque groupe, se trouve une quatrième borne, qu'à l'aide d'une lame de cuivre mobile on peut réunir à chacune des trois premières. La borne unique, placée au-dessus de chaque groupe, est reliée au commutateur de charge, les trois bornes inférieures sont réunies à des éléments de même ordre dans les trois sections de la batterie. Par exemple, la première borne supérieure étant réunie au ressort *Terre* du commutateur de charge, les trois bornes inférieures sont reliées au pôle négatif du 1er élément de chacune des trois sections de la batterie; la seconde borne supérieure étant réunie au ressort marqué *6 volts* du commutateur de charge, les trois bornes inférieures sont reliées au pôle positif du 3e élément de chacune des trois sections de la batterie, et ainsi de suite, de sorte que, en déplaçant la lame mobile, on peut amener à volonté au commutateur de charge un courant ayant une tension de 6 volts et provenant de l'une quelconque des trois sections de la batterie.

Les commutateurs dont nous venons de parler ont été nommés *commutateurs de base* parce qu'ils permettent de permuter la base de la batterie; ils sont indiqués en Cb^1, Cb^2, Cb^3 sur la figure 68. Comme les commutateurs de charge, ils sont placés dans la salle des machines.

A l'intérieur du poste central se trouve un tableau de répartition.

Digitized by Google

Ce tableau porte à sa partie inférieure des bornes qui reçoivent les prises de courant venant du tableau de charge; à sa partie supérieure, des bornes d'où partent les fils conduisant à une rosace. Les deux séries de bornes sont réunies par des conducteurs sur lesquels sont intercalés des coupe-circuits à fil fusible et qui permettent de faire sur les bornes supérieures un premier groupement de prises de courant à la même tension. L'un des côtés du tableau est réservé aux prises de courant positives, l'autre côté est affecté aux prises de courant négatives. Un voltmètre permet, par des communications mobiles, de mesurer la tension sur chacun des conducteurs, et, comme le sens du courant n'est pas le même, suivant qu'il s'agit de l'un ou de l'autre des côtés du tableau, un commutateur inverseur permet de diriger le courant, toujours dans le même sens, à travers le circuit du voltmètre.

C'est à la rosace que se fait le groupement définitif des prises de courant qui aboutissent aux appareils.

Les bornes de la rosace sont réunies entre elles de façon à opérer cette répartition. Par exemple, si 15 appareils doivent être desservis par un courant ayant une tension de 20 volts, 15 bornes de la rosace sont réunies ensemble et reçoivent les 15 conducteurs allant à chacun des appareils; un conducteur unique relie ces 15 bornes au tableau de répartition, et ce conducteur est attaché à la borne qui fournit 20 volts.

Dans la nouvelle installation, chaque appareil est muni d'un coupe-circuit imaginé par M. Damiens et qui est une application ingénieuse des paratonnerres à fil préservateur actuellement en usage. Ce coupe-circuit fonctionne dès que l'intensité du courant atteint un ampère.

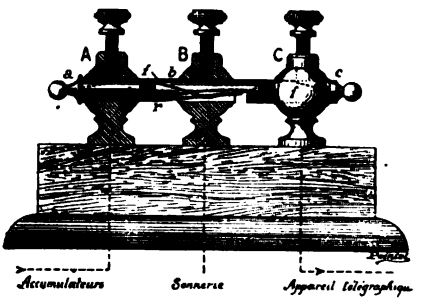


Fig. 69. — Coupe-circuit Damiens.

Le cylindre qui porte le fil ténu étant évidé dans sa partie *b* (fig. 69), un ressort est soudé à *a* et soutenu par l'enroulement du fil recouvert, de façon à ce qu'il ne puisse toucher la pièce *b*.

Le cylindre étant mis en place, si le fil fusible s'échauffe assez pour brûler son enveloppe isolante, la communication entre la pièce *b* et le ressort *r* s'établit, et une sonnerie reliée à la pièce

Digitized by Google

B fonctionne. Si le fil ténu vient à être fondu, il libère le ressort *r* qui rencontre la pièce *b* et fait également fonctionner la sonnerie.

L'installation que nous venons de décrire est évidemment l'une des plus compliquées que l'on ait à réaliser en télégraphie, et il est clair que l'aménagement des postes, moins importants que le poste central de Paris, peut être résolu par des procédés beaucoup plus simples.

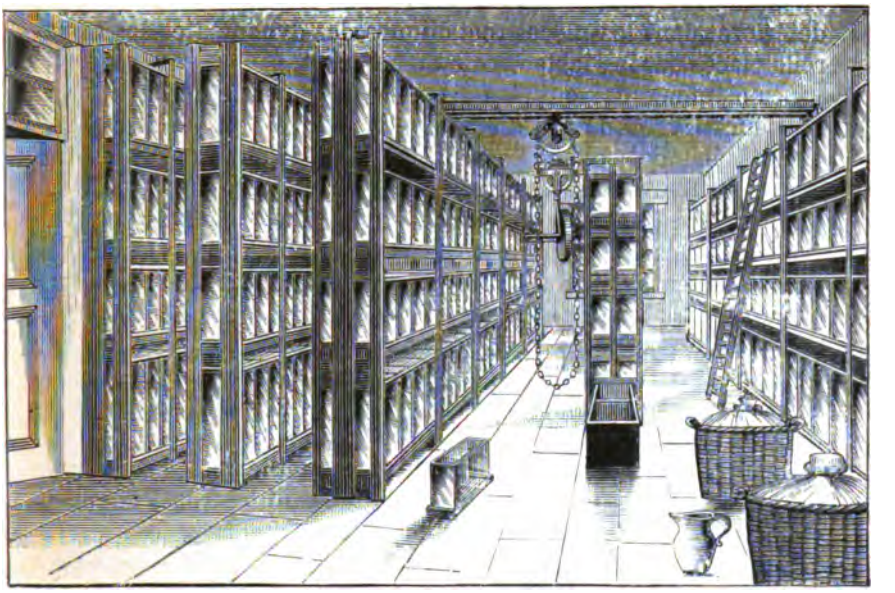


Fig. 70. — Type d'installation d'une batterie d'accumulateurs.

M. Gauthier, notamment, inspecteur à Lyon, a imaginé un commutateur qui, depuis longtemps, est en service et qui donne d'excellents résultats.

La figure 70 représente une installation d'un autre genre.

Renseignements pratiques. — Nous empruntons les renseignements suivants à l'intéressant ouvrage de M. Montpellier, intitulé : *les Accumulateurs électriques* (1).

Le froid et la trop grande chaleur étant également nuisibles au bon fonctionnement des accumulateurs, il faut choisir, pour les installer, un endroit sec, et d'une température aussi uniforme que possible. Un sous-sol suffisamment ventilé et éclairé

(1) J.-A. Montpellier, *les Accumulateurs électriques*. A. Grelot, éditeur. Paris 1896.

Digitized by Google

par la lumière du jour est le local le plus convenable que l'on puisse trouver.

Il est bon que le sol soit asphalté ou mieux dallé en briques réfractaires, qu'il soit légèrement en pente et qu'il ait des rigoles d'écoulement.

Les accumulateurs doivent être installés dans le voisinage de la salle des dynamos servant à les charger; mais il y aurait inconvénient à les placer dans le même local, par suite des vapeurs acides qui se produisent vers la fin de la charge et qui détérioreraient les pièces métalliques des dynamos et des appareils placés sur les tableaux de distribution.

Les éléments doivent être disposés soit sur une ligne, soit sur plusieurs lignes parallèles, mais toujours de façon à ce que chaque élément soit facilement accessible. De même, si les éléments forment plusieurs rangées superposées, il faut toujours laisser entre les différents étages un espace suffisant pour permettre de retirer les électrodes de leur récipient.

Les éléments doivent être séparés les uns des autres par un espace de 2 à 3 centimètres.

Avant de placer les électrodes dans leur récipient, ce dernier doit être soigneusement nettoyé et enduit sur ses bords, extérieurement et intérieurement, de paraffine fondue, sur une hauteur de 2 centimètres.

Généralement, les constructeurs marquent les pôles au moyen des signes + et — ou bien avec de la peinture rouge pour le collecteur positif, noire pour le négatif.

Lorsqu'on a à souder les barres collectrices, on peut faire usage d'une lampe de soudeur. On introduit sous les deux extrémités des barres à souder une gouttière en tôle, dans laquelle on fait couler du plomb pur; un bon fondant est la stéarine.

Lorsqu'il n'est pas possible de faire une soudure autogène, on peut souder au fer, en ayant soin d'employer aussi peu d'étain que possible, strictement ce qu'il faut pour étamer le fer à souder; on se sert de plomb pur pour fournir le métal nécessaire à la soudure.

Dans ce cas, même lorsque la quantité d'étain est très minime, il faut recouvrir soigneusement la soudure de plusieurs couches de vernis inattaquable à l'acide.

Le liquide employé dans les accumulateurs ou *électrolyte* est généralement composé de :

Eau distillée : 8 à 9 parties en volume.
Acide sulfurique pur à 66° : 1 à 2.

Digitized by Google

Le mélange d'eau et d'acide sulfurique doit être préparé d'avance dans une cuve de grès, de porcelaine ou de verre bien propre. On verse d'abord l'eau, puis on ajoute peu à peu l'acide sulfurique, en agitant continuellement le liquide avec une baguette de verre. Le liquide s'échauffe assez fortement, et il est indispensable de le laisser complètement refroidir avant de le verser dans les récipients.

Le liquide est versé dans les éléments avec précaution, à l'aide d'un vase en verre ou en grès et d'un entonnoir en verre; il doit dépasser de 3 centimètres environ le bord supérieur des électrodes.

Pendant la période qui sépare l'immersion des plaques négatives de la charge première, ces électrodes se sulfatent avec la plus grande facilité, et les charges ultérieures, même prolongées, ne suffisent pas pour réduire le sulfate formé, qui a pour effet d'augmenter la résistance intérieure de l'élément et de diminuer sa capacité dans de très fortes proportions.

Pour éviter cet inconvénient, on remplit les éléments d'eau acidulée sulfurique marquant seulement 2° à 3° Baumé. Dans cet électrolyte, les plaques négatives ne se sulfatent pas et l'on peut opérer la charge à sa convenance. En outre, les électrodes qui seraient préalablement sulfatées se désulfatent bien plus complètement dans ce liquide faiblement acidulé.

On reconnaît que les plaques négatives sont bien désulfatées, c'est-à-dire que la matière active est bien du plomb métallique provenant de la réduction du sulfate, à ce fait que les pastilles se laissent traverser facilement par une épingle. Tant qu'il reste du sulfate, l'épingle ne peut pénétrer dans la matière active; à la fin de l'opération, l'épingle entre aussi facilement que dans du beurre.

Ce procédé de désulfatation en effectuant une charge avec un électrolyte peu acide a été désigné sous le nom de *bain d'hydrogène*.

L'opération terminée, on retire, avec un siphon, une partie du liquide et on la remplace par une solution neuve, de densité calculée pour que le mélange ait le titre normal prescrit par le constructeur.

Les éléments étant garnis d'électrolyte normal, on effectue la charge sans perdre de temps et on obtient ainsi, du premier coup, une excellente décharge et une grande capacité.

Lorsqu'on emploie l'acide sulfurique ordinaire du commerce, il est indispensable de le purifier en projetant dans ce liquide un peu de sulfure de baryum. L'hydrogène sulfuré qui se dégage

Digitized by Google

précipite les impuretés, en même temps qu'il se forme du sulfate de baryum qui se dépose au fond du vase contenant l'acide.

Il suffit de laisser reposer vingt-quatre heures et de décanter ensuite la partie claire pour obtenir de l'acide sulfurique propre à être utilisé pour la préparation de l'électrolyte.

La densité de l'électrolyte, après son complet refroidissement, doit être comprise entre 1,10 et 1,20, soit 13° à 24° Baumé. Chaque constructeur a, du reste, le soin d'indiquer la densité du liquide qui convient à ses accumulateurs.

L'emploi de l'eau acidulée expose les personnes qui manient les accumulateurs à de petits accidents tels que brûlures aux mains et détérioration des vêtements. Nous conseillons les précautions suivantes :

Enduire les chaussures d'un mélange de paraffine et de cire jaune, mélange très plastique.

On mettra un tablier de grosse toile doublée de flanelle ordinaire.

Les vêtements de travail seront en laine et cousus avec de la laine; la laine n'est, en effet, presque pas attaquée par les acides.

La chemise devra être préalablement trempée dans une dissolution concentrée de carbonate de sodium, puis ensuite bien séchée.

Avoir toujours à portée de la main un flacon d'ammoniaque, en prévision du cas où une goutte d'acide viendrait à jaillir sur les vêtements; il suffit alors de déboucher le flacon et d'appuyer le bouchon humide sur l'endroit atteint pour neutraliser l'acide et éviter qu'un trou ne se produise.

Pour éviter les brûlures provenant de l'action corrosive de l'eau acidulée, il faut avoir en permanence, dans le local des accumulateurs, un seau plein d'eau rendue fortement alcaline par du carbonate de sodium; on y trempe de temps en temps les mains afin de les protéger.

Enfin, il est très utile d'installer dans ce local une prise d'eau et un évier.

Digitized by Google

CHAPITRE IV

APPAREIL A CADRAN

APPAREIL A CADRAN. — PRINCIPE DE L'APPAREIL A CADRAN. — MANIPULATEUR. — RÉCEPTEUR. — MANIPULATION. — Attaques. — Séparation des mots. — Séparation du préambule, de l'adresse, du texte et de la signature des télégrammes, final, chiffres, erreurs, demandes de répétition, abréviations. — RÉGLAGE ET ENTRETIEN. — Manipulateur, récepteur.

Appareil à cadran. — L'appareil à cadran ou appareil Bréguet est le seul appareil à signaux fugitifs qui soit utilisé aujourd'hui en France; encore son emploi devient-il de plus en plus restreint.

Principe de l'appareil à cadran, — Deux cadrans, divisés en 26 secteurs égaux, sont disposés dans les deux bureaux correspondants. Sur les 25 premiers secteurs sont gravées, dans leur ordre naturel, les 25 lettres de l'alphabet. Le 26e secteur est occupé par une croix; c'est une case de repos.

Au centre du cadran du poste de départ (manipulateur), une manivelle peut être déplacée par la main de l'opérateur. Tant que cette manivelle est tournée de gauche à droite, dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, une aiguille, placée au centre du cadran du poste d'arrivée (récepteur), reproduit les mêmes déplacements angulaires.

La manivelle et l'aiguille, partant de la croix, position de repos, l'aiguille s'arrêtera sur la lettre A si la manivelle a été arrêtée en regard de cette lettre; de même pour les autres lettres de l'alphabet.

La manivelle commande un levier auquel, en tournant, elle imprime un mouvement alternatif entre deux plots avec lesquels il prend successivement contact. Ce mouvement alternatif a pour objet de produire des émissions et des interruptions périodiques de courant, dont le nombre correspond à la position de chacune des lettres de l'alphabet sur le cadran.

Lorsque la manivelle passe de la croix à la lettre A, il y a une émission de courant; lorsqu'elle passe de la lettre A à la lettre B,

Digitized by Google

il y a une interruption de courant; lorsqu'elle passe de la lettre B à la lettre C, il y a une émission de courant, et ainsi de suite. En partant de la croix, la lettre A est marquée par une émission de courant, la lettre B par une émission de courant suivie d'une interruption, la lettre C par une émission, une interruption et une seconde émission, etc.

D'une manière générale, le passage de la manivelle au-dessus des lettres de rang impair correspond à une émission de courant; le passage de la manivelle au-dessus des lettres de rang pair correspond à une interruption.

L'aiguille du cadran du poste d'arrivée est montée sur l'axe d'une roue à 26 dents, commandée par un mécanisme d'horlogerie, de sorte que, si cette aiguille était libre, elle tournerait constamment, jusqu'à ce que le mécanisme d'horlogerie ait besoin d'être remonté.

Il n'en est point ainsi : la roue à 26 dents est arrêtée par une fourchette, montée sur l'armature d'un électro-aimant qui reproduit exactement les mouvements du levier du poste du départ; il en résulte que l'aiguille reproduit exactement les déplacements angulaires de la manivelle. En effet, si l'armature de l'électro-aimant est attirée (émission de courant) la fourchette abandonne la première dent de la roue, mais arrête la suivante; l'aiguille a avancé d'un secteur; elle a passé de la croix sur la lettre A. Si l'armature cesse d'être attirée (interruption de courant) elle reprend sa position de repos, la fourchette abandonne la seconde dent de la roue, mais arrête la troisième; l'aiguille a avancé d'un secteur; elle a passé de la lettre A sur la lettre B, et ainsi de suite.

Pour transmettre un mot d'une station à une autre, il suffit donc de porter successivement la manivelle sur les différentes lettres qui composent ce mot, en tournant toujours dans le même sens, et sans jamais revenir en arrière.

Manipulateur. — Il existe plusieurs modèles de manipulateur à cadran; le plus simple n'est en relation qu'avec une seule ligne télégraphique, c'est celui qui était employé dans les bureaux de l'Etat et dont on fait encore usage sur les lignes d'écluses destinées à faciliter le service de la navigation sur les cours d'eau et les canaux. Deux lignes aboutissent au manipulateur employé par les compagnies de chemins de fer.

Le mécanisme de ces instruments est le même; ils ne diffèrent que par les communications électriques. Nous ne décrirons que le manipulateur à deux directions, nous réservant de faire ressortir les différences qui existent entre les deux modèles.

Digitized by Google

Un disque en laiton (fig. 71) fixé par trois colonnes à un socle en bois, porte à son centre une manivelle M. Sur la surface du disque, disposés sur deux cercles concentriques, sont gravés les lettres de l'alphabet et les chiffres. Souvent les nombres de 1 à 25 occupent le cercle extérieur tandis que les lettres et une croix sont placées sur le cercle intérieur; d'autres fois, les lettres sont en dehors, les chiffres en dedans; dans ce cas, la série des chiffres va de 1 à 0, et l'espace laissé libre est rempli par les signes de ponctuation et par différentes indications de service. Dans l'un et l'autre cas, le disque est divisé en 26 cases égales, dont les 25 premières contiennent chacune une lettre et un chiffre; dans la 26e est gravée une croix; c'est la case de repos.

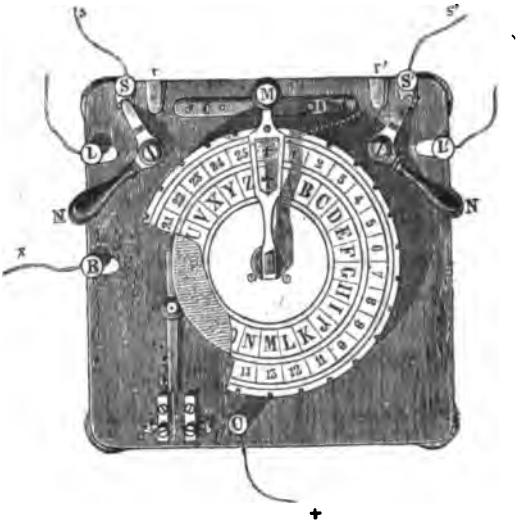


Fig. 71. — Manipulateur à cadran à deux directions.

Sur le bord du disque, en regard de chacune des cases, se trouve un petit évidement dans lequel vient s'engager un doigt dont est garnie la face inférieure de la manivelle M.

La manivelle, articulée au centre du disque, entraîne une roue métallique que l'on aperçoit en partie sur la figure 71, et dont la face inférieure est creusée d'une gorge sinueuse présentant autant d'inflexions qu'il y a de cases sur le disque, c'est-à-dire 13 parties convexes et 13 parties concaves.

Un levier G, mobile autour d'un axe *o*, porte, à sa partie supérieure, un appendice, garni d'un galet qui s'engage dans la rainure sinueuse de la roue; il se termine à sa partie inférieure, par un ressort qui vient s'appuyer alternativement sur les vis *p* et *p'*.

Lorsqu'on fait tourner la manivelle, la roue sinueuse est entraînée et communique au levier G un mouvement de va-et-vient tel que, pour un tour complet de cadran, le ressort qui termine le levier G a touché 13 fois la vis *p* et 13 fois la vis *p'*.

Digitized by Google

La ligne télégraphique, par l'intermédiaire d'organes que nous allons décrire, communique métalliquement avec le levier G; le pôle positif de la pile est attaché à la borne C, réunie à la vis *p'*; la vis *p* est en relation avec la borne R et le récepteur.

Ces dispositions sont communes aux deux types de manipulateurs à cadran.

Envisageons maintenant en détail ce qui se passe quand on tourne la manivelle: Au moment où celle-ci se trouve au-dessus de la lettre A, le ressort du levier G s'appuie sur la vis *p'*, et le courant de la pile s'écoule sur la ligne à travers ce levier. Lorsque la manivelle est au-dessus de la lettre B, le ressort du levier G est revenu en *p*, le courant est interrompu, puisque la borne C est isolée.

En continuant à tourner la manivelle, on aurait une nouvelle émission de courant, puis une interruption et ainsi de suite. En résumé, lorsque la manivelle passe au-dessus des chiffres impairs ou des lettres A, C, E, G, I, K, M, O, Q, S, U, X, Z, il y a émission de courant; lorsqu'elle passe au-dessus des chiffres pairs, de la croix ou des lettres B, D, F, H, J, L, N, P, R, T, V, Y, il y a interruption de courant.

Le manipulateur à une seule direction porte trois bornes marquées : L (ligne), P (pile), R (récepteur). La borne L occupe à peu près la même place que la borne R de la figure 71; les bornes P et R sont disposées de part et d'autres des vis *p* et *p'*.

Dans le manipulateur à deux directions, la borne R, en relation avec la vis *p*, communique avec le récepteur; la borne C, en relation avec la vis *p'*, reçoit le fil de pile. Les fils de ligne arrivent aux bornes L, L' reliées à deux axes qui portent deux manettes métalliques, terminées par des manches en corne, et pouvant se déplacer entre les pièces de contact S, S', *r*, *r'*, et une plaque intermédiaire sur laquelle l'indication CD (*communication directe*) est inscrite. On peut de la sorte transporter, pour ainsi dire, les fils de ligne sur les contacts S, S', *r*, *r'*, *communication directe*.

En reliant des sonneries d'avertissement aux bornes S, S', on pourra, en plaçant les manettes sur ces bornes, faire communiquer les fils de ligne avec les sonneries qui fonctionneront en temps opportun; les fils de ligne seront, comme on dit habituellement, *sur sonnerie*.

Les pièces de contact *r*, *r'* communiquent entre elles, avec le levier G, et, par l'intermédiaire de ce dernier, avec la borne R et le récepteur, toutes les fois que le ressort du levier G s'appuie sur la vis *p*. En faisant tourner la manette voisine de L ou la manette

Digitized by Google

voisine de L' jusqu'à ce qu'elle vienne reposer sur la pièce *r* ou sur la pièce *r'*, la ligne sera en relation avec le récepteur ou *sur appareil*, celle des deux lignes qui n'aura pas été dérangée restant sur sonnerie.

Enfin, en plaçant les deux manettes sur la plaque CD (*communication directe*), les deux lignes ne formeront plus qu'un seul conducteur continu, et le récepteur sera en dehors du circuit.

Dans la figure 71, les deux lignes L et L' sont sur sonnerie.

En résumé, la construction du manipulateur à deux directions permet :

1° De mettre les lignes L et L' simultanément sur sonnerie (position de la figure 71);

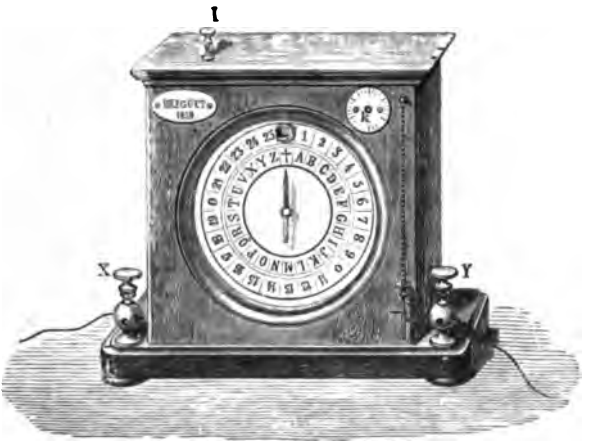


Fig. 72. — Récepteur à cadran.

2° De mettre la ligne L sur sonnerie et la ligne L' sur appareil (position L S, L' *r'*.);

3° De mettre la ligne L' sur sonnerie et la ligne L sur appareil (position L' S', L*r*);

4° D'établir la communication directe entre les lignes L et L' (position L, communication directe, L').

La manivelle du manipulateur permet d'indiquer, l'une après l'autre, les différentes lettres d'un mot; examinons comment le récepteur correspondant pourra figurer ces lettres.

Récepteur. — Le récepteur comprend un organe mécanique et un organe électrique.

Le premier a pour objet de mettre en marche une aiguille qui se déplace sur un cadran vertical portant exactement les mêmes indications que le disque du manipulateur (fig. 72).

Digitized by Google

Le second sert de régulateur au premier; il lui permet d'agir, ou bien suspend son action et obéit lui-même aux impulsions qu'il reçoit du manipulateur de la station correspondante.

L'organe mécanique est un mouvement d'horlogerie compre-

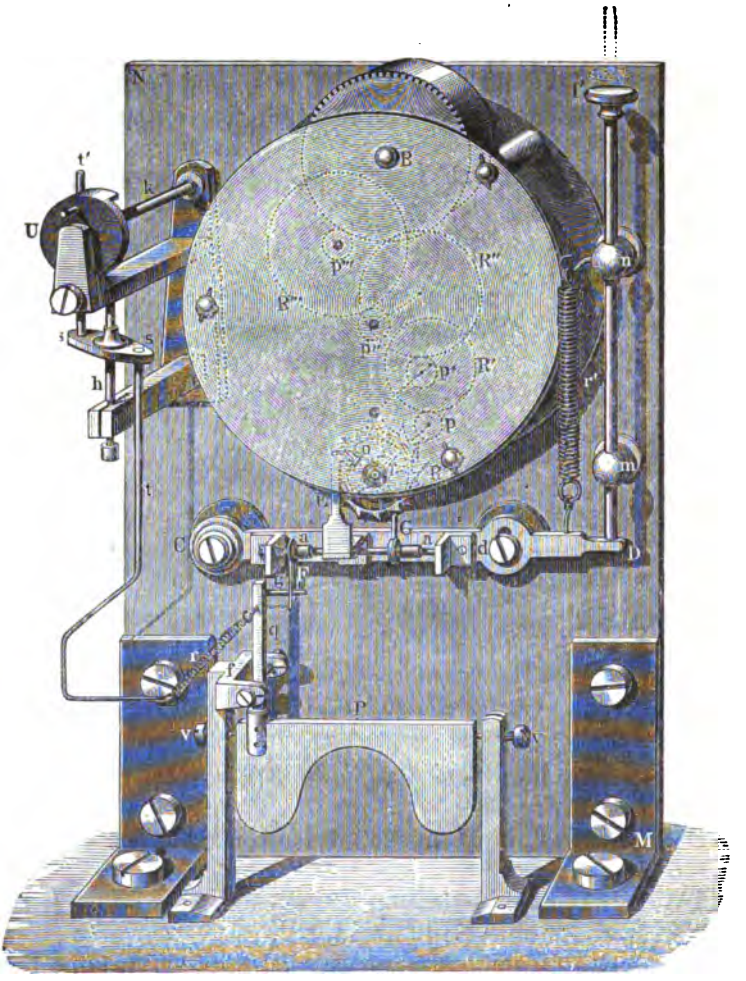


Fig 73. — Mécanisme du récepteur à cadran.

nant un barillet B (fig. 73), dont la face postérieure est formée par une roue dentée. A l'intérieur de ce barillet est enroulé un long ressort d'acier qui, en se détendant, fait tourner la roue dentée. Celle-ci engrène un pignon P''', monté sur le même axe qu'une roue dentée R'''; cet assemblage d'un pignon et d'une

Digitized by Google

roue dentée, calés sur un même axe, constitue ce qu'on appelle un *mobile*. La roue R‴ agit sur un second mobile P″ R″ qui transmet le mouvement à un troisième P′ R′, actionnant lui-même le pignon P, calé sur l'axe qui porte l'aiguille indicatrice, dont nous avons parlé plus haut. Sur ce même axe, on trouve deux roues à rochet R, situées dans des plans parallèles, munies chacune de 13 dents, et disposées de telle sorte que les dents de la seconde soient placées dans les espaces laissés vides par les dents de la première.

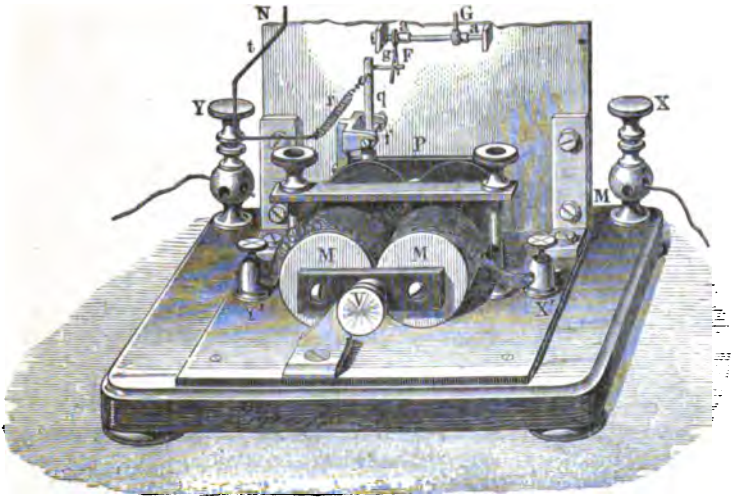


Fig. 74. — Organe électrique du récepteur à cadran.

En regardant ce système en face, il a le même aspect qu'une seule roue portant 26 dents également espacées.

L'organe électrique (fig. 74) est un électro-aimant horizontal dont les bobines M, M sont commandées par une vis V qui permet de régler leur position par rapport à une armature en fer doux P, que la figure 73 montre dans son entier, et qui peut osciller sur les pointes de deux vis v, v. Une tige q, dont les mouvements sont limités par deux vis f, surmonte l'armature et se termine par un doigt g. Un ressort antagoniste r est fixé à la tige q et maintient l'armature éloignée de l'électro-aimant lorsque le fil des bobines n'est pas traversé par le courant électrique.

Un arbre horizontal *aa*, mobile autour de son axe, porte une fourchette F, dans les branches de laquelle s'engage le doigt g, établissant ainsi la liaison avec l'armature, de telle sorte que

Digitized by Google

tout mouvement de l'armature se communique à l'arbre *aa*, muni en outre, à sa partie supérieure, d'une tige saillante G.

Lorsque l'armature est attirée par l'électro-aimant, la tige *q* s'incline en arrière, fait basculer l'axe *aa* dont la fourchette F est poussée en arrière, tandis que la tige G est ramenée en avant. Lorsque l'armature cesse d'être attirée par l'électro-aimant, le ressort antagoniste *r* ramène tout le système dans sa position de repos.

C'est ce mouvement de bascule de la tige G qui est utilisé pour produire le déclenchement du mouvement d'horlogerie. Dans sa position de repos, la tige G (fig. 75) rencontre les dents de la roue postérieure; dans l'autre position qu'elle peut occuper, cette tige rencontre les dents de la roue antérieure. Par suite de cette disposition, si le système des deux roues est sollicité à tourner dans le sens indiqué par la flèche, et si l'arbre *aa* vient à osciller sous l'action de la tige *q*, la dent 1 qui, dans la position représentée par la figure 75, est retenue par la tige G, devient libre; la roue dentée se met en mouvement, mais est arrêtée presque immédiatement, la tige G venant rencontrer la dent 2 de la roue antérieure. Le premier mouvement, d'arrière en avant de la tige *q*, a été produit par l'attraction de l'armature; lorsque le courant cesse de traverser les bobines de l'électro-aimant, l'armature est ramenée en arrière par l'action du ressort *r*, et il en résulte pour la tige *q* un mouvement d'avant en arrière qui dégage la dent 2; la roue reprend sa course sous l'impulsion du mouvement d'horlogerie, mais est bientôt arrêtée de nouveau, la tige *q* venant rencontrer la dent 3 de la roue postérieure. Une seconde émission de courant rendrait libre la dent 3; l'action du ressort *r*, après le passage de ce courant dégagerait la dent 4, etc.

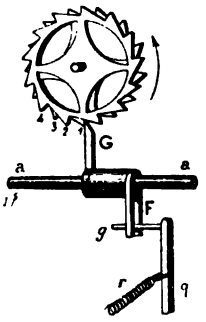


Fig. 75. — Détails de l'échappement du récepteur à cadran.

On voit donc que chaque émission de courant dans l'électro-aimant dégage une dent de la roue postérieure et arrête une dent de la roue antérieure, tandis que le contraire se produit pour chaque interruption de courant. Or la roue postérieure possède 13 dents, la roue antérieure en compte autant, mais chacune de ces dernières divise en deux parties égales l'espace compris entre deux dents consécutives de la roue postérieure. Le système des deux roues se trouve donc, par le fait, divisé

Digitized by Google

en 26 parties égales et avance d'une division à chaque émission ou à chaque interruption de courant.

Chaque émission et chaque interruption de courant faisant avancer les roues à rochet de 1/26 de leur circonférence, l'aiguille calée sur l'axe de ces roues avance aussi d'une division sur le cadran composé de 26 cases, c'est-à-dire qu'elle passe d'une lettre à la suivante.

Or, nous avons vu que, dans le manipulateur, les émissions et les interruptions de courant se succèdent à mesure qu'on passe d'une lettre à une autre. Si donc, un manipulateur et un récepteur sont mis en relation, si, en outre, ces deux appareils partent de la croix, le récepteur répétera toutes les indications du manipulateur, pourvu que l'on tourne la manivelle de ce dernier dans un sens convenable, c'est-à-dire de gauche à droite.

Un défaut de concordance se produit quelquefois entre le manipulateur d'un poste et le récepteur du poste correspondant; il est utile alors, dans chaque station, de revenir au point de départ, à la croix, et cette opération doit s'exécuter rapidement.

Pour le manipulateur, il suffit de replacer la manivelle sur la croix en achevant le tour de cadran commencé.

Pour le récepteur, un mécanisme spécial devient nécessaire.

Le bâti qui porte l'axe *aa* (fig. 73) n'a pas été fixé d'une manière invariable; il est mobile autour d'un point C. Ce bâti est muni d'une pièce en forme de crochet E, tandis que la roue à rochet R est armée d'un appendice *o* convenablement disposé. Une pédale I, glissant entre deux supports *m*, *n*, s'appuie sur l'extrémité D du bâti auquel un ressort *r'* est adapté. Ce ressort est attaché d'autre part au support de la pédale. Si on presse sur la pédale I, tout le système pivote autour du point C, la tige G laisse libre la roue à rochet qui tourne jusqu'à ce que l'appendice *o* vienne buter contre la pièce E; à ce moment, l'aiguille du cadran est en regard de la lettre Z (la position de l'appendice *o* est réglée en conséquence par le constructeur) et s'y maintient tant que dure la pression de la pédale; si cette pression vient à cesser, le ressort *r'* ramène tout le système à sa position primitive, la roue à rochet dégagée reprend sa course, mais la première dent qui se présente est arrêtée par la tige G, et l'aiguille avançant d'une division seulement, s'arrête sur la croix.

Certains récepteurs cependant, ne présentent pas cette disposition et par suite d'une légère différence d'ajustage, le rappel à la croix s'y effectue directement, sans arrêt préalable.

Digitized by Google

Tels sont les principaux organes du récepteur à cadran; quant aux dispositions de détail, elles varient suivant les constructeurs. C'est ainsi que, dans certains récepteurs, on ne trouve qu'une roue à rochet munie de 13 dents; la pièce d'échappement et le rappel à la croix sont alors modifiés en conséquence.

Les ressorts de réglage ou ressorts antagonistes sont, tantôt des ressorts à boudin, formés par des fils de laiton enroulés en spirale, tantôt des ressorts-lames en acier.

La figure 73 montre comment s'opère le réglage des ressorts antagonistes à boudin. Une tige *t*, accrochée au ressort, est rivée sur la platine Ss; celle-ci, montée sur un axe vertical *h*, porte une seconde tige S*t*, également verticale. La tige S*t* s'appuie sur une pièce U, en forme de colimaçon, supportée par l'axe horizontal *k*. A supposer que cet axe vertical soit manœuvré dans un sens ou dans l'autre, la pièce U agit plus ou moins sur la tige S*t*, qui force la platine Ss à pivoter autour de son axe et tend plus ou moins le ressort *r*. L'axe *k* émerge en dehors de la boîte du récepteur, au centre d'un disque gradué; il se termine en carré et porte une petite aiguille indicatrice. Une clé, suspendue par une chaînette, s'adapte sur le carré de l'axe *k* et sert à le manœuvrer, tandis que l'aiguille indique sur le cadran gradué les déplacements angulaires que subit l'axe.

Lorsque le ressort antagoniste est une lame d'acier, il est vissé directement sur l'armature. Sa partie inférieure s'engage dans la rainure hélicoïdale d'un cylindre terminé par un bouton moleté qui sert à le manœuvrer. Dans ce cas, le bouton de réglage est situé à la partie inférieure du récepteur.

Manipulation. — D'une manière générale, on appelle *manipulation* l'action de manœuvrer un manipulateur.

Dans la position de repos, la manivelle du manipulateur et l'aiguille du récepteur doivent être arrêtées sur la croix. La manipulation consiste à tourner régulièrement la manivelle, de gauche à droite, en la plaçant dans le cran qui correspond à la lettre à transmettre.

Attaques. — Pour appeler, pour *attaquer* le correspondant, on fait un ou plusieurs tours de manivelle et on s'arrête sur la croix. Le correspondant répond par la même manœuvre, et la transmission peut commencer.

Séparation des mots. — Pour séparer les mots, on achève, après la dernière lettre, le tour de manivelle commencé et on s'arrête sur la croix.

Séparation du préambule, de l'adresse, du texte et de la signa-

Digitized by Google

ture des télégrammes. — Deux fois de suite, plusieurs tours de manivelle avec arrêt à la croix entre les deux séries.

Final. — Lorsque le dernier mot de la dépêche a été transmis, on termine le tour de manivelle en s'arrêtant sur la croix, puis on fait un second tour en s'arrêtant sur la lettre Z et ensuite sur la croix; c'est le *final.*

Chiffres. — Tout groupe de chiffres ou tout chiffre isolé est précédé de deux tours de manivelle en s'arrêtant à chaque fois à la croix.

Erreurs. — Si, dans le cours d'une transmission, on a dépassé la lettre à transmettre, il faut se garder de ramener la manivelle en arrière; on doit, dans ce cas, continuer à tourner dans le même sens jusqu'à ce qu'on soit revenu sur la lettre que l'on avait dépassée. Il est à remarquer, en effet, que l'aiguille du récepteur ne rétrograde jamais, de sorte que, pour chaque division que la manivelle du manipulateur parcourt en arrière, l'aiguille du récepteur avance d'une lettre. Les signaux deviennent alors inintelligibles pour le télégraphiste qui reçoit.

Trois ou quatre tours de manivelle successifs, sans arrêts sur la croix, indiquent que l'on s'est trompé et qu'il ne faut pas tenir compte du mot commencé. On continue la dépêche en répétant le dernier mot bien transmis.

Demandes de répétition. — Lorsque le télégraphiste qui reçoit une dépêche ne peut plus lire la transmission, *il coupe* son correspondant jusqu'à ce que celui-ci s'arrête. Pour cela, il tourne la manivelle de son manipulateur et, par ce fait, envoie sur la ligne une série de courants qui font fonctionner le récepteur du poste qui transmet. Les deux manivelles et les deux aiguilles sont alors ramenées à la croix, le télégraphiste qui n'a pas lu répète le dernier mot compris, en le faisant suivre des signaux RZ+ (répétez).

La transmission continue à ce moment suivant les règles ordinaires.

Abréviations. — Les abréviations de service sont :

TZ tournez.
PZ parlez ou invitation à transmettre.
RZ répétez
BC compris ou réception.
Z final.
ATT attente.
CRV comment recevez-vous?

Réglage et entretien. — *Manipulateur.* — Les soins à donner à cet instrument consistent en nettoyages fréquents. On

Digitized by Google

pourra, de temps en temps, mettre quelques gouttes d'huile (1) sur l'axe de la manivelle et sur le galet qui est engagé dans la roue sinueuse. On s'abstiendra *absolument* de graisser l'axe du levier. Cet axe sert, en effet, au passage du courant, et il est indispensable qu'il communique métalliquement avec le levier lui-même; cette communication est d'ailleurs souvent assurée par un petit fil de cuivre enroulé en boudin.

Le ressort qui termine ce levier et établit le contact avec les bornes P et R doit être maintenu dans un parfait état de propreté.

Il est *extrêmement important* de ramener toujours la manivelle du manipulateur sur la croix. Si cette manivelle restait accidentellement placée sur une lettre de *rang impair*, le circuit de la pile serait fermé et il pourrait en résulter de graves inconvénients. Tant que cette position serait maintenue, un courant continu traverserait la ligne télégraphique et la pile s'épuiserait en pure perte.

Récepteur. — Dans les appareils de l'ancien modèle, lorsqu'on a besoin d'enlever la boîte du récepteur, il faut avoir soin, en la replaçant, de l'incliner en avant avec précaution, de manière à faire pénétrer sans effort, dans l'ouverture qui lui est ménagée, l'axe correspondant au ressort antagoniste et qui doit recevoir la clé destinée à le manœuvrer.

Dans un modèle plus récent, la boîte est fixe; elle est assujettie par deux vis dont les têtes sont placées sous le socle de l'appareil. On admet, d'ailleurs, d'une manière générale, que la boîte du récepteur ne doit jamais être enlevée par les agents préposés à la manipulation.

Le réglage s'effectue à l'aide du bouton placé sur la face antérieure de la boîte; c'est, en général, le seul réglage dont l'appareil ait besoin.

On invite le correspondant à tourner la manivelle de son manipulateur, en lui disant : TZ (tournez). Pendant qu'il se conforme à cette invitation, on détend le ressort antagoniste, en ramenant de droite à gauche l'aiguille du petit cadran de réglage jusqu'au zéro des divisions, puis on tend le ressort en tournant graduellement le bouton, de gauche à droite, jusqu'à ce que le récepteur fonctionne régulièrement.

La nature de l'appareil à cadran permet, d'ailleurs, de reconnaître immédiatement, lorsqu'il est mal réglé, si le ressort antagoniste est ou non suffisamment tendu. Si l'aiguille du récepteur

(1) L'huile dont on fait usage pour les appareils télégraphiques est celle qu'emploient les horlogers; c'est de l'huile de pieds de mouton pure; les huiles ordinaire encrasseraient le mécanisme et seraient plus nuisibles qu'utiles.

Digitized by Google

s'arrête sur les chiffres de *rang impair*, il faut tendre le ressort; on doit le détendre si l'aiguille s'arrête sur les chiffres de *rang pair*.

L'armature est habituellement placée à 6/10 de millimètre de l'électro-aimant. L'amplitude de ses oscillations dépend du montage général de l'appareil, puisque la tige fixée à l'armature sert de balancier ou de régulateur au mouvement d'horlogerie; cette amplitude ne devra donc *jamais être modifiée*.

Quant à la distance de l'armature à l'électro-aimant, elle peut être changée dans les cas très rares où l'on n'a pas pu parvenir à régler l'appareil exclusivement au moyen du ressort antagoniste. Pour changer cette distance, on déplacera l'électro-aimant en manœuvrant la vis qui le fixe à son support (vis V, fig. 74) et en laissant invariable la position de l'armature qui, dans *aucun cas*, ne doit toucher les noyaux de l'électro-aimant. En opérant ce déplacement, on aura soin de ne pas desserrer la plaque qui maintient les bobines sur leurs supports; autrement, les extrémités des noyaux de l'électro-aimant pourraient ne plus se trouver sur un plan parallèle à l'armature. Si un défaut de ce genre, qui nuirait beaucoup à la marche régulière de l'appareil, s'était produit accidentellement, il faudrait le faire disparaître et rétablir le parallélisme entre l'armature et les joues des bobines placées en regard.

Les soins à donner au mouvement d'horlogerie sont nuls; il convient seulement d'en *remonter le ressort* avec précaution, comme celui d'une pendule.

On reconnaît, d'ailleurs, que l'appareil a besoin d'être remonté lorsque, l'aiguille étant arrêtée sur une lettre, il n'est pas possible de la faire revenir à la croix.

Digitized by Google

CHAPITRE V

APPAREIL MORSE

SYSTÈME MORSE. — MANIPULATEUR. — RÉCEPTEUR, mouvement d'horlogerie, organes fonctionnant sous l'action du mouvement d'horlogerie, électro-aimant, communications électriques. — ALPHABET, méthodes pour l'apprendre. — MANIPULATION. — LECTURE AU SON. — LECTURE SUR LA BANDE. — RÈGLES DE TRANSMISSION. — RÉCEPTEUR MORSE A TRANSLATION. — DIFFÉRENTS MODÈLES DE RÉCEPTEURS MORSE, récepteur à noyaux mobiles, récepteur à culasse scindée. — PROCÉDÉS D'ENCRAGE. — RÉGLAGE DU MANIPULATEUR MORSE. — RÉGLAGE DU RÉCEPTEUR MORSE, réglage de l'armature, réglage du déroulement. — ENTRETIEN DE L'APPAREIL MORSE. — ROUET. — DÉMONTAGE ET REMONTAGE DE L'APPAREIL MORSE. — REMPLACEMENT DU RESSORT MOTEUR.

Système Morse. — Le système Morse consiste à reproduire, au moyen de l'électricité, des signaux de convention composés de points et de traits. Ces signaux, formés à l'aide d'un manipulateur, sont retracés, à la station correspondante, sur une bande de papier faisant partie du récepteur.

L'alphabet Morse comprend deux signaux élémentaires, le *point* et le *trait*, qui, convenablement groupés, forment les lettres, les chiffres et les signes de ponctuation. Certaines règles ont évidemment présidé à la composition des signaux Morse; ainsi, le point est, en réalité, un trait de petite dimension n'ayant aucun rapport avec le point géométrique. Suivant que la transmission est plus lente ou plus rapide, le point doit être plus long ou plus court; sa longueur sert de base à toute la transmission et règle les dimensions des autres éléments, tels que : longueur du trait, espacement à laisser entre les différents signaux d'une même lettre, entre les lettres d'un même mot, entre les mots eux-mêmes.

Il est clair que l'application de ces principes fondamentaux détermine dans la confection et la succession des signaux une certaine cadence qui, si elle en facilite la lecture, devient aussi l'une des principales difficultés de leur exécution.

Sans nous préoccuper, quant à présent, des combinaisons à réaliser pour composer un alphabet, examinons comment les points et les traits figurés, esquissés en quelque sorte, à la station de départ, peuvent être enregistrés à la station d'arrivée.

Digitized by Google

On peut très simplement faire comprendre l'ensemble du système, et la méthode que nous avons exposée, dès 1879, dans nos cours autographiés de l'école de cavalerie de Saumur, a été reproduite depuis par plusieurs auteurs.

Supposons une barre rigide A B (fig. 76) pouvant se mouvoir autour d'un axe central et maintenue horizontale par un ressort R, agissant de bas en haut. Il est clair qu'en exerçant, avec la main, une pression sur le bouton *b*, la partie B s'abaissera, tandis que la partie A se relèvera, mais que, si la main cesse d'agir, le levier A B reprendra, sous l'action du ressort R, la position horizontale.

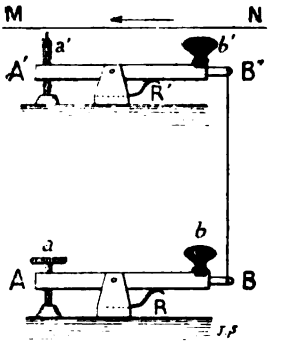


Fig. 76. — Principe de l'appareil Morse.

Plaçons, au-dessus de ce levier, un second levier A' B', exactement semblable, et réunissons les deux extrémités B B' par une ficelle tendue. Le second levier reproduira tous les mouvements du premier. Si le premier s'abaisse, l'autre s'abaissera; lors, au contraire, que le premier se relèvera, le second se relèvera également. Si, maintenant, nous plaçons en regard du levier supérieur une bande de papier M N entraînée par un mécanisme quelconque et passant lentement, mais sans s'arrêter, au-dessus de ce levier; si, d'autre part, nous attachons un crayon *a'* à l'extrémité A' du levier, chaque fois que le levier inférieur s'abaissera, entraînant avec lui le levier supérieur, le crayon *a'* touchera la bande de papier M N; mais, comme cette bande de papier est mobile, il s'y produira une trace dont la longueur dépendra du temps pendant lequel le levier inférieur aura été abaissé. Ce levier est-il resté abaissé pendant un temps très court, le crayon aura marqué sur le papier une trace également très courte, *un point*. Le levier, au contraire, est-il resté abaissé pendant un temps plus long, le crayon aura laissé sur le papier une trace plus longue, *un trait*. Si nous réunissons les deux leviers par une ficelle assez longue, nous pourrons placer, sans inconvénient, l'un d'eux dans une chambre, l'autre dans une seconde chambre située à l'étage supérieur, et pour peu que la ficelle soit suffisamment tendue, les deux leviers fonctionneront simultanément et d'une manière identique, le second reproduisant exactement les mouvements imprimés au premier. Ce système est celui d'un appareil Morse à l'état rudimentaire

Digitized by Google

dont le levier inférieur représente le *manipulateur*, tandis que le levier supérieur, muni d'un crayon, est le *récepteur*.

Par cet exemple, nous avons voulu montrer seulement l'identité qui existe, au point de vue mécanique, entre le manipulateur et le récepteur Morse. Il est bien évident que pour rendre le système pratique, pour en faire un appareil électrique robuste et se prêtant à tous les besoins de l'exploitation, il a fallu compliquer les organes et notamment introduire dans le récepteur un moteur pour faire avancer la bande de papier et un dispositif électro-magnétique permettant l'enregistrement des signaux par l'électricité.

Manipulateur. — Le manipulateur Morse se compose d'une tige prismatique en laiton A B (fig. 77), mobile entre les deux montants d'un massif C, également en laiton. Le mode de suspension de cette tige, qui est le *levier* ou la *clé* du manipulateur, varie légèrement suivant les modèles. Dans certains cas, le levier est taraudé et les montants du massif sont seulement alésés. L'axe, en acier, est terminé par un bouton moleté et est fileté sur la partie qui doit traverser le levier.

Dans d'autres instruments, le levier est monté sur un axe en acier, terminé en pointe à chaque bout. Ces pointes sont pincées entre deux vis qui leur servent de pivots et qui s'engagent dans les montants du massif C. L'une des vis est fixe, l'autre sert au réglage et est munie d'un contre-écrou qui l'empêche de se desserrer.

Le levier, ainsi suspendu, peut osciller entre deux pièces métalliques *a'*, *b'*, platinées et noyées dans le socle en bois de l'instrument. La pièce *a'* a reçu le nom d'*enclume antérieure* ou *enclume de travail;* c'est sur elle que vient frapper le levier du manipulateur pendant la transmission. La pièce *b* est l'*enclume postérieure* ou *enclume de repos;* c'est sur elle que s'appuie le levier lorsque le manipulateur est au repos. On appelle aussi quelquefois la pièce *a' plot de travail* et la pièce *b' plot de repos*. Au-dessus de ces enclumes, le levier est muni d'une pièce *a* platinée, ainsi que d'une vis V, également garnie de platine, et maintenue par une contre-vis *v*.

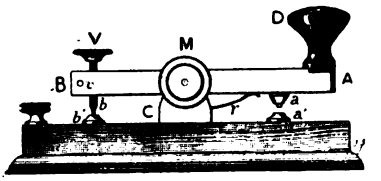


Fig. 77. — Manipulateur Morse. (Profil.)

La vis V permet d'augmenter ou de diminuer à volonté le jeu du levier entre les deux enclumes.

Le bouton D sert à manœuvrer le manipulateur; il est en

Digitized by Google

corne pour isoler la main de l'opérateur des parties métalliques de l'appareil.

Dans la position de repos du manipulateur, la vis V doit s'appuyer sur l'enclume *b'*; cette position est obtenue à l'aide d'un ressort *r*, placé tantôt en deçà de l'axe d'oscillation du levier, tantôt au delà. Lorsqu'il est en avant, le ressort est formé par une lame d'acier fixée au massif C à l'aide d'une ou de deux vis. Son action tend à relever la partie A du levier. Lorsqu'il est placé en arrière de l'axe, il affecte la forme d'un ressort à boudin fixé à la face inférieure du socle en bois et accroché au-dessous du levier; par l'effet de ce ressort, la vis V est maintenue pressée contre l'enclume *b'* et ne s'en éloigne que lorsqu'on abaisse la partie A du levier, en appuyant sur le bouton D.

D'après la position du ressort *r*, qu'il soit placé en avant ou en arrière de l'axe, on voit qu'il suffit d'appuyer sur le bouton D pour que la pièce *a* vienne frapper sur l'enclume *a'*, et que la vis V se sépare de l'enclume *b'*; mais dès que la pression cesse sur le bouton D, la vis V revient, sous l'action du ressort *r*, toucher l'enclume *b'*.

La communication électrique qui, quelquefois, pourrait être défectueuse entre le massif C et le levier AB, est assurée, dans la plupart des manipulateurs, par un petit fil de cuivre enroulé en spirale et réunissant le massif au levier, sans gêner les mouvements de ce dernier; on appelle ce fil de liaison *ressort* ou *boudin de sûreté*.

Le socle en bois du manipulateur porte trois bornes P, L, A (fig. 78), qui reçoivent les fils métalliques destinés à établir les communications avec les autres organes de l'installation, et que nous appellerons les *communications extérieures*, par opposition aux *communications intérieures*, qui, installées à demeure, font partie intégrante de l'appareil lui-même.

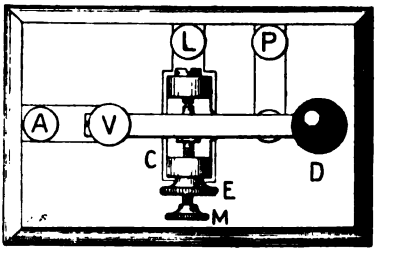


Fig. 78. — Manipulateur Morse. (Plan.)

Les communications intérieures sont les suivantes :

La borne P est reliée à l'enclume *a'*;

La borne L est réunie au massif C;

La borne A enfin est en relation avec l'enclume *b'*.

Ces communications sont installées, suivant les modèles de manipulateurs, tantôt sur la face supérieure du socle, au moyen

Digitized by Google

de lames de laiton incrustées dans le bois, tantôt sur la face inférieure, à l'aide de fils de cuivre.

Dans ces conditions :

1° La borne L est en communication métallique avec la borne A, lorsque le manipulateur est au repos.

2° La borne P est en communication métallique avec la borne L, lorsque le levier du manipulateur est abaissé, c'est-à-dire lorsque, avec la main, on appuie sur le bouton D.

3° Les trois bornes P, L, A sont reliées métalliquement lorsque la vis V est serrée à fond, c'est-à-dire lorsque le levier repose à la fois sur les enclumes *a'* et *b'*.

Récepteur (fig. 79). — Il existe un grand nombre de modèles de récepteurs Morse; nous choisirons comme type celui que l'on

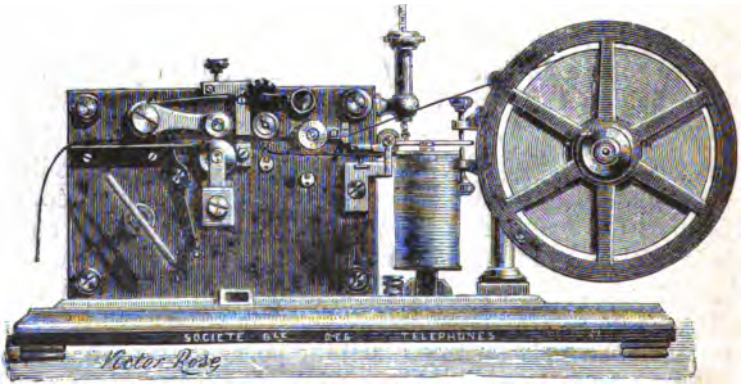


Fig. 79. — Récepteur Morse.

construit actuellement, nous réservant d'indiquer les particularités les plus importantes des récepteurs anciens que l'on rencontre encore dans un grand nombre de bureaux.

Le récepteur Morse comprend deux parties bien distinctes : un moteur mécanique (mouvement d'horlogerie), un moteur électrique (électro-aimant).

Le moteur mécanique a pour unique objet d'assurer le déplacement uniforme de la bande de papier sur laquelle s'enregistrent les signaux.

Le moteur électrique n'est, par le fait, qu'un *manipulateur électrique* qui reproduit tous les mouvements du manipulateur de la station correspondante, manœuvré par la main du télégraphiste.

Mouvement d'horlogerie. — Le mouvement d'horlogerie qui

Digitized by Google

constitue le moteur mécanique du récepteur Morse se compose d'un fort ressort en acier mettant en mouvement un certain nombre de roues dentées, ainsi qu'un axe vertical qui supporte un régulateur de vitesse.

Le ressort, long d'environ 4 mètres, analogue à ceux des pendules, comme eux enroulé en spirale, est renfermé dans un *barillet* (fig. 80), traversé par un axe AA', dont l'extrémité A se termine par un pas de vis. Cette partie filetée reçoit une clé qui sert à remonter le mouvement. Le ressort est accroché, d'une part, à une pièce rivée en B sur la face interne du barillet, d'autre part, à une saillie B' de l'axe AA'; des œillets ont été pratiqués, à cet effet, dans les deux extrémités du ressort. En tournant la clé de gauche à droite, on tend le ressort; mais il est clair qu'il se détendrait immédiatement si une disposition mécanique bien connue ne l'en empêchait.

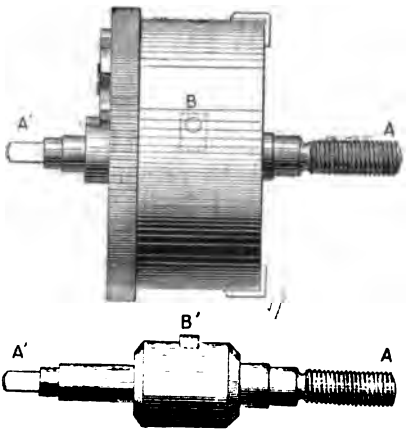


Fig. 80. — Récepteur Morse, barillet.

Sur la partie A' de l'axe, qui fait saillie en arrière de la face postérieure du barillet (fig. 81), se trouve calée une pièce C munie d'un doigt d'arrêt. Une *croix de Malte*, dont les sept premières branches sont concaves, tandis que la huitième est convexe, est montée sur la vis V, tangentiellement à la pièce C, et peut tourner autour de cette vis.

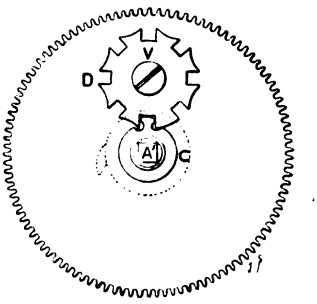


Fig. 81. — Croix de Malte du barillet.

Lorsque le ressort a été placé dans le barillet, on a eu soin de l'*amorcer*, opération qui consiste à tendre légèrement le ressort à l'aide d'un tour de clé. Cette tension initiale doit être constamment maintenue, et elle l'est par la position relative des pièces C et D. En effet, la croix de Malte est placée de telle sorte que sa dent convexe vienne s'appuyer sur la gauche du doigt d'arrêt de la pièce C, lorsque la tension initiale est obtenue; la

Digitized by Google

convexité de la dent forme arrêt et empêche le barillet de tourner dans le sens du déroulement du ressort, de sorte que le ressort ne peut plus se détendre et reste constamment amorcé.

La croix de Malte possédant sept dents concaves, on ne peut donner que sept tours de clé pour remonter le ressort, car, alors, la dent convexe vient de nouveau rencontrer le doigt d'arrêt et s'oppose à la continuation du mouvement de rotation de l'axe. Pendant le remontage, à chaque tour de clé, le doigt de la pièce C s'engage entre deux dents de la croix de Malte et la fait avancer d'une dent, jusqu'à ce que, comme nous l'avons dit, le doigt rencontrant la dent convexe, la convexité de celle-ci forme arrêt. Le remontage est alors terminé et la dent convexe se trouve à droite du doigt d'arrêt de la pièce C, comme dans la figure 81.

Le mouvement d'horlogerie est disposé tout entier entre deux platines en laiton qui, solidement réunies par des entretoises, et immobilisées sur un socle en bois, forment une sorte de cage qui englobe tous les rouages. Ces platines sont percées de trous, convenablement espacés, dans lesquels tourillonnent les axes. Lorsque le barillet est mis en place dans cette cage, l'extrémité A' de son axe, terminée en carré, s'engage dans une roue à rochet E (fig. 82) qui suit le mouvement de l'axe, lorsqu'on tourne la clé pour remonter le ressort. Un cliquet F, pressé par un ressort R, s'appuie sur les dents de la roue E et l'empêche ainsi de revenir en arrière lorsqu'on cesse de tourner la clé; le ressort ne peut donc se débander de lui-même et conserve la tension qu'on lui a donnée. *Il serait très imprudent de soulever le cliquet F lorsque l'appareil est remonté; la roue à rochet E deviendrait libre et le ressort se détendrait brusquement. Cette manœuvre occasionnerait, sans aucun doute, des dégâts dans l'appareil, dont les débris pourraient blesser les personnes placées dans le voisinage.*

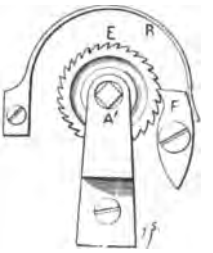


Fig. 82. — Encliquetage de l'axe du barillet.

Lorsque l'appareil est mis en marche, le ressort, en se détendant, fait tourner le barillet qui entraîne le reste du mécanisme.

Le barillet porte, en effet, des dents sur le pourtour de sa face postérieure; c'est une véritable roue dentée R (fig. 83), qui s'engrène avec un pignon P_1, porté par l'axe horizontal X_1. Ce même axe X_1 est muni d'une roue dentée R_1.

Digitized by Google

Le mouvement d'horlogerie du récepteur Morse contient quatre mobiles, y compris le barillet.

Le mobile X_1 est mis en mouvement par la roue dentée R du barillet. Le ressort, pour se détendre, fait tourner le barillet; les dents de la roue R, agissant sur le pignon P_1 font tourner le mobile X_1; la roue R_1 de celui-ci communique le mouvement au pignon P_2 du mobile X_2, dont la roue R_2 met en marche le mobile X_3 par l'intermédiaire du pignon P_3.

Si les choses restaient en cet état, le mouvement des mobiles s'accélérerait jusqu'à ce que le ressort soit complètement

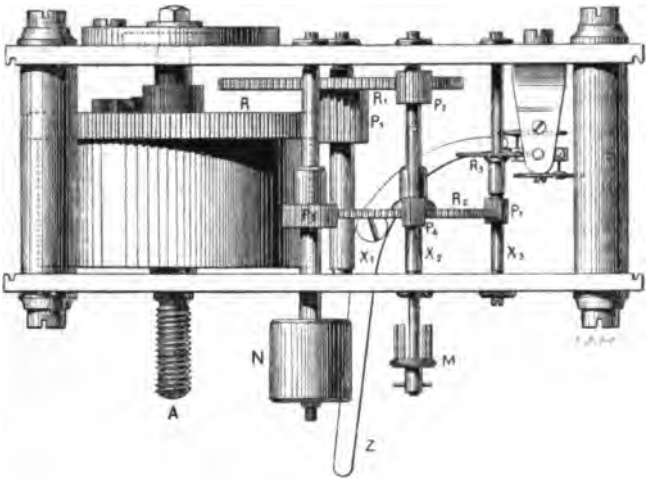


Fig. 83. — Ensemble du mouvement d'horlogerie.

détendu, ce qui se produirait avec une extrême rapidité, à peu près d'un seul coup. Pour rendre ce mouvement uniforme, il a fallu opposer à l'action de détente du ressort une résistance qui diminue si la vitesse tend à se ralentir et qui augmente, au contraire, si la vitesse s'accélère; c'est le rôle *du régulateur.*

La roue R_3 est en relation avec la vis sans fin V d'un arbre vertical C C (fig. 84) pivotant entre deux chapes en agate.

Un manchon I I′, placé vers le milieu de cet arbre, sur lequel il peut glisser, est pressé contre le talon T par un ressort à boudin R. La pièce I I′ porte en I et I′ deux ressorts S, S′; ce sont de petites lames d'acier, recourbées, dont l'action est peu énergique. Ces ressorts S, S′ pressent sur les goupilles L, L′ de deux ailettes M, M′, appliquées sur la pièce I I′, et mobiles autour de leur point d'attache.

Lorsque le mécanisme est en mouvement, les ailettes, obéis-

Digitized by Google

sant à la force centrifuge, s'éloignent de l'axe et s'en écartent d'autant plus que le mouvement s'accélère davantage; mais plus elles s'écartent, plus la résistance qu'elles opposent au déroulement du ressort moteur est considérable; leur effet tend donc à ralentir la vitesse qui s'accélère. Mais, en revanche, si la vitesse tend à diminuer, la résistance qu'elles opposent diminue aussi. On conçoit donc qu'on puisse arriver à une compensation et que le mouvement reste sensiblement uniforme.

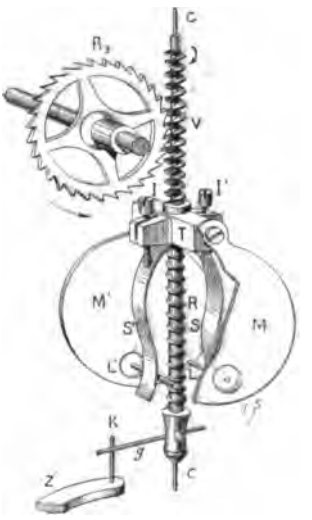


Fig. 84. — Régulateur du mouvement d'horlogerie.

A la partie inférieure de l'axe C C se trouve une goupille horizontale g; en regard et sur le socle de l'appareil est un levier Z, mobile autour d'une vis-pivot, et muni d'une goupille verticale K. En poussant le levier Z vers la droite, la goupille K vient buter contre la goupille g et le mouvement d'horlogerie est arrêté; en ramenant le levier Z vers la gauche, la goupille g devient libre, et le mouvement d'horlogerie se met en marche.

Les rapports des vitesses des différents mobiles sont déterminés par les nombres des dents des roues et des pignons; ces nombres sont les suivants :

R	132 dents		
R_1	115	— P_1	24 dents
R_2	84	— P_2	14 —
R_3	54	— P_3	10 —

Le pignon P_4 de l'axe de la molette porte 10 dents; le pignon P_5 de l'axe du cylindre d'entraînement en porte 28.

Le mouvement d'horlogerie doit dérouler pendant 40 minutes sans être remonté; la vitesse de déroulement du papier doit être de 1,70 m au plus au commencement et 1,40 m au moins à la fin.

Organes fonctionnant sous l'action du mouvement d'horlogerie. — Sur la droite du récepteur (fig. 85), une colonne métallique supporte le *rouet* qui reçoit le rouleau de papier sur lequel doivent s'enregistrer les signaux. Si, dans un récepteur bien installé, nous suivons le chemin parcouru par la bande de

Digitized by Google

papier, nous la voyons s'engager entre les branches d'une fourchette F, puis sur une petite poulie à large gorge G, dont les joues, mobiles, peuvent être rapprochées ou éloignées l'une de l'autre à la main. Les deux pièces F, G servent de *guides* à la bande de papier; elles sont fixées à demeure sur la platine antérieure du récepteur et ne participent pas au mouvement de rotation imprimé aux autres organes.

La bande de papier passe ensuite au-dessous d'une molette M, actionnée par le mécanisme moteur. Cette molette est, en effet, calée sur un axe horizontal, muni d'un pignon P_4 que fait tourner

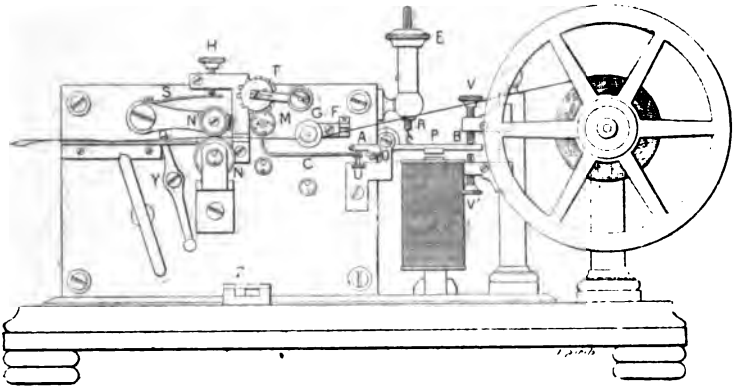


Fig. 85. — Profil du récepteur Morse.

le mobile X_2 du mouvement d'horlogerie. La molette porte, perpendiculairement à son plan, une série de goupilles qui entraînent un cylindre dentelé sur son pourtour.

Ce cylindre, que l'on appelle *tampon encreur*, est recouvert de drap; il est monté sur une chape T et mobile autour de son axe. Le tampon est imbibé d'une encre grasse composée, en poids, de 810 parties d'huile pour 190 parties de bleu de Prusse en poudre *(encre oléique)*; il se meut en sens inverse de la molette; par son propre poids, il exerce une certaine pression sur la tranche de cette molette et la recouvre constamment d'une mince couche d'encre oléique. Cette encre est déposée sur le tampon, à l'aide d'un pinceau, par le télégraphiste, au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir; il suffit généralement de répéter l'opération d'heure en heure.

En continuant à suivre le trajet de la bande de papier, nous la voyons s'engager entre deux cylindres N, N', sorte de laminoir qui la fait avancer. L'axe du cylindre N porte en effet un

Digitized by Google

pignon engrenant, comme celui de la molette, avec le mobile X_2 du mouvement d'horlogerie. L'axe du cylindre N' est indépendant, mais un ressort S, commandé par une vis H, presse le cylindre N' de haut en bas et le maintient appliqué sur le cylindre N. Le cylindre N imprime à N' un mouvement de rotation inverse du sien, et la bande de papier, engagée entre les deux cylindres, est entraînée par cette sorte d'engrenage, dont l'adhérence est rendue plus intime par les aspérités que l'on a eu soin de laisser sur la surface latérale des cylindres. Les cylindres N et N' ont reçu le nom de *cylindres d'entraînement*.

Lorsque la bande de papier passe entre les cylindres d'entraînement, elle est déjà recouverte des traces d'encre oléique représentant les signaux; pour empêcher ces signaux d'être effacés par le contact des surfaces cylindriques, on a ménagé au milieu du cylindre N' une rainure profonde. Enfin, une manette Y permet de relever le cylindre N' que l'on peut ainsi soustraire à l'entraînement de N. Cette manette est mobile autour d'une vis fixée sur la platine antérieure de l'appareil, ainsi, d'ailleurs, que la vis qui soutient le cylindre N', et l'équerre qui supporte le cylindre N.

En manœuvrant la vis H on augmente ou on diminue l'adhérence entre les deux cylindres; c'est un moyen de réglage pour l'entraînement du papier. La manœuvre de la manette Y, en soulevant le cylindre N', permet de rectifier la position de la bande de papier entre les deux cylindres.

Electro-aimant. — L'électro-aimant du récepteur Morse est l'organe qui détermine l'enregistrement des signaux sur la bande de papier; il joue sur un levier enregistreur le même rôle que la main du télégraphiste sur le manipulateur. Cet électro-aimant est à bobines métalliques, la communication électrique, d'une bobine à l'autre, a lieu par l'intermédiaire de la culasse.

Il est à remarquer que, dans les récepteurs Morse actuels, les vis qui unissent les noyaux à la culasse sont en laiton et que les noyaux eux-mêmes sont séparés de la culasse par des rondelles également en laiton; cette disposition, qui diminue un peu la sensibilité de l'appareil, a pour objet d'atténuer très notablement les effets du magnétisme rémanent.

La carcasse des bobines est formée par un tube en laiton, fendu suivant une de ses génératrices, aux deux extrémités duquel sont soudées des rondelles de laiton qui constituent les joues. Les bobines sont enfilées sur les noyaux de fer doux et y sont calées par des feuilles de clinquant qui assurent l'adhérence et la conductance.

Digitized by Google

Évidemment, la force magnétisante développée par le passage du courant électrique serait plus énergique si le fil de cuivre était enroulé directement sur les noyaux en fer doux, mais ce léger avantage ne pouvait entrer en ligne de compte avec la facilité de remplacement des bobines indépendantes, et c'est à cette dernière solution que l'on s'est arrêté.

Pour suivre les indications théoriques, il aurait fallu aussi adapter la résistance électrique des bobines à celle du circuit extérieur, étant donné que l'on obtient un effet maximum lorsque la résistance du fil de l'électro-aimant est égale à celle de tout le reste du circuit. Il aurait fallu alors avoir un récepteur construit spécialement pour chaque circuit télégraphique et affecté à demeure à celui-ci; encore n'aurait-on pas obtenu des résultats absolument satisfaisants, en raison des variations d'isolement que subissent les lignes télégraphiques. Anciennement on avait admis trois types de récepteurs que l'on appelait récepteurs à petite, à moyenne et à grande résistance. La résistance du fil de leurs électro-aimants correspondait à 10,500 et 2000 ohms; les récepteurs à petite résistance étaient actionnés par des relais. Aujourd'hui on a adopté un moyen terme et les électro-aimants de tous les récepteurs ont une résistance électrique de 500 ohms, soit 250 ohms par bobine.

Ces électro-aimants répondent aux conditions suivantes, imposées par les cahiers des charges : chaque bobine se compose de 7000 spires de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu : 21/100 de millimètre), l'épaisseur totale des spires ne devant pas dépasser 1 centimètre.

Le fil de cuivre, préalablement dénudé, est soudé à la carcasse métallique de la bobine qui est ensuite garnie d'une couche de papier enduit de bitume de Judée, de manière à empêcher toutes fausses communications entre les spires et la carcasse. L'enroulement du fil se fait sur un dévidoir spécial, les spires étant régulièrement alignées. Au-dessus de la dernière rangée de spires de fil fin, on recouvre la bobine d'une enveloppe de carton, et, par-dessus cette gaine protectrice on enroule une nouvelle couche de fil, plus fort que le fil intérieur, et appelé *fil de couverture*. Ce fil de couverture a généralement 44/100 de millimètre de diamètre; il est soudé au fil fin qui, lui-même, ne doit pas être en plus de deux bouts. Les points de raccordement sont soigneusement isolés des spires voisines à l'aide de minces feuilles de papier.

Dans la confection des soudures, l'emploi de l'acide chlorhydrique est absolument interdit; celui de la résine est seul admis.

La bobine terminée, le fil de couverture est arrêté par une

Digitized by Google

double boucle laissant sortir une longueur de fil de 15 à 20 centimètres. La surface latérale de la bobine est enfin enduite d'un vernis au bitume de Judée. Le nombre des tours du fil sur les bobines d'un même récepteur doit être identique et il ne doit pas y avoir un écart de plus de 4 ohms entre les deux bobines.

Les deux bobines sont enroulées de la même façon; une fois calées sur les noyaux, elles communiquent électriquement entre elles par l'intermédiaire des noyaux et de la culasse; ainsi, un courant qui pénètre dans la bobine de gauche traverse toutes les spires de fil, en allant de l'extérieur à l'intérieur de la bobine, passe par la carcasse, le noyau de gauche, la culasse, le noyau de droite, la carcasse de la bobine de droite et toutes les spires de cette bobine, en allant de l'intérieur à l'extérieur, pour ressortir par l'extrémité libre du fil de couverture. Dans ces conditions le courant développe un pôle magnétique *Nord* au sommet de l'un des noyaux et un pôle magnétique *Sud* au sommet de l'autre noyau, la polarité de chacun des noyaux étant déterminée par le sens du courant.

Dans le récepteur Morse, l'électro-aimant est placé verticalement; sa culasse s'emboîte dans un socle en laiton auquel elle est solidement fixée par une forte vis. Les extrémités libres des fils de couverture sont contournées en boudin, traversent deux tubes protecteurs en ébonite et le socle de l'appareil, et, finalement, sont dénudées, puis arrêtées chacune sous une vis, en-dessous du socle.

L'armature P de l'électro-aimant (fig. 85) que, dans le langage familier, on appelle souvent la *palette*, est fixée par deux vis sur une pièce de cuivre A B qui porte un crochet et est reliée à un axe d'oscillation, dont les extrémités reposent sur les pointes de deux vis O, supportées par le bâti de l'appareil. L'une de ces vis est fixe, l'autre, munie d'un contre-écrou, est utilisée pour le réglage. La pièce A B reçoit une tige d'acier C nommée *couteau*. Ce couteau est commandé par une vis de réglage U. Les oscillations de l'extrémité A B de la pièce en laiton qui supporte l'armature sont limitées par deux vis V, V', montées sur une colonne métallique. Dans sa position de repos, c'est-à-dire lorsque l'armature n'est pas attirée par l'électro-aimant, la partie B vient buter contre la vis V. Lorsque l'armature est attirée, la partie B rencontre la vis V' qui est réglée de manière à ce que l'armature ne puisse pas toucher les noyaux de l'électro-aimant.

L'armature est, dans sa position de repos, maintenue éloignée des noyaux de l'électro-aimant par un ressort antagoniste R qui oblige la partie B à s'appuyer sur la vis V.

Digitized by Google

Ce ressort antagoniste est un fil de laiton contourné en spirale et terminé par deux boucles dans lesquelles s'engagent le crochet de la pièce AB et un autre crochet dépendant du *tendeur* E.

Le ressort antagoniste, ainsi que la pièce à laquelle il s'accroche, sont protégés par un tube de laiton fixé à la cage de l'appareil. Le tendeur est fileté et traverse l'écrou E, monté sur le tube d'une manière ingénieuse. Cette pièce est munie d'un doigt qui passe à travers une glissière pratiquée dans la paroi du tube; la pièce ne peut donc pas tourner, mais seulement se mouvoir de haut en bas ou de bas en haut. Il résulte de cette disposition que, en tournant le bouton E dans un sens ou dans l'autre, on fait monter ou descendre la tige et, par suite, on tend ou on détend le ressort antagoniste.

L'extrémité du couteau C se trouve exactement au-dessous de la molette M; entre les deux passe la bande de papier.

Dès qu'un courant traverse les bobines de l'électro-aimant, l'armature est attirée et le couteau presse la bande de papier contre la molette, sans cependant l'arrêter. Une trace d'encre oléique est déposée sur la bande, et cette trace est d'autant plus longue que l'attraction de l'armature dure plus longtemps. Aussitôt que cette attraction cesse, le ressort antagoniste ramène l'armature à sa position de repos et, le couteau se trouvant éloigné de la molette, la bande déroule librement sans recevoir de trace d'encre.

Communications électriques. — Les communications électriques du récepteur que nous venons de décrire sont extrêmement simples. Le socle en bois qui soutient l'instrument porte deux bornes marquées L et T. Chacune de ces bornes est reliée à l'une des extrémités du fil des bobines de l'électro-aimant, de sorte qu'un courant électrique entrant par la borne L ressort par la borne T, après avoir traversé les deux bobines de l'électro-aimant.

Dans le chapitre consacré aux installations de postes nous examinerons quels sont les fils extérieurs qu'il convient d'amener aux bornes L,T; mais, pour les exercices de transmission des débutants, il est utile d'installer une communication locale entre un manipulateur et un récepteur, puis, un peu plus tard, d'agencer dans une même pièce deux postes sur lesquels travaillent deux élèves pouvant alternativement transmettre ou recevoir des signaux Morse; voici comment on procède à ces installations.

Le manipulateur étant fixé sur la table par deux vis, on attache le pôle positif d'une pile de deux ou trois éléments

Digitized by Google

à la borne P. Le pôle négatif de cette pile est relié à la borne T du récepteur placé en regard du manipulateur. La borne L du récepteur est réunie à la borne L du manipulateur dont la borne A reste sans emploi. Ces communications sont installées avec du fil de cuivre recouvert de gutta-percha, dit *fil de poste*, ou avec tout autre conducteur recouvert d'une enveloppe isolante que l'on a soin d'enlever aux points qui doivent s'engager sous les bornes.

Tous les signaux produits par la manœuvre du manipulateur sont reproduits par le récepteur; il est donc possible au télégraphiste, en laissant dérouler la bande, de contrôler sa propre transmission et d'en corriger les défauts.

Souvent, pour cette installation *en local*, on fait usage des appareils momentanément inoccupés dans le bureau et tout installés sur les tables. Il suffit de détacher le fil qui aboutit à la borne L du manipulateur et de le remplacer par un fil volant reliant la borne L à la borne A. Dans les mêmes conditions, on mettrait deux manipulateurs et deux récepteurs en relation en réunissant les bornes L des deux manipulateurs par un fil volant, après avoir préalablement détaché les fils habituellement affectés à ces bornes. Le manipulateur de gauche correspondrait avec le récepteur de droite et inversement le manipulateur de droite enverrait ses signaux dans le récepteur de gauche.

Alphabet, *méthodes pour l'apprendre.*

ALPHABET

LETTRES	SIGNAUX	LETTRES	SIGNAUX	LETTRES	SIGNAUX
a	· —	i	· ·	r	· — ·
ä	· — · —	j	· — — —	s	· · ·
b	— · · ·	k	— · —	t	—
c	— · — ·	l	· — · ·	u	· · —
ch	— — — —	m	— —	ü	· · — —
d	— · ·	n	— ·	v	· · · —
e	·	ñ	— — · — —	w	· — —
é	· · — · ·	o	— — —	x	— · · —
f	· · — ·	ö	— — — ·	y	— · — —
g	— — ·	p	· — — ·	z	— — · ·
h	· · · ·	q	— — · —		

Digitized by Google

ESPACEMENT ET LONGUEUR DES SIGNES

1° Un trait est égal à 3 points.
2° L'espace entre les signaux d'une même lettre est égal à 1 point.
3° L'espace entre deux lettres est égal à 3 points.
4° L'espace entre deux mots est égal à 5 points.

CHIFFRES

CHIFFRES	SIGNAUX	CHIFFRES	SIGNAUX	CHIFFRES	SIGNAUX
1	- — — — —	5	- - - - -	9	— — — — -
2	- - — — —	6	— - - - -	0	— — — — —
3	- - - — —	7	— — - - -	Barre de fraction.	— — — — — —
4	- - - - —	8	— — — - -		

SIGNES DE PONCTUATION ET INDICATIONS DE SERVICE

PONCTUATION ET INDICATION	SIGNAUX	PONCTUATION ET INDICATION	SIGNAUX
Point. . . . (.)	- - - - - -	Souligné (avant et après les mots ou le membre de phrase). . . .	- - — — - —
Point et virgule. (;)	— - — - — -	Double trait (=), signal séparant le préambule de l'adresse, l'adresse du texte et le texte de la signature. .	— - - - —
Virgule . . . (,)	- — - — - —		
Guillemets (avant et après le passage . . . . (« »)	- — - - — -		
Deux points. . (:)	— — — - - -		
Point d'interrogation ou demande de répétition d'une transmission non comprise. . (?)	- - — — - -	Appel (préliminaire de toute transmission).	— - — - —
Point d'exclamation. . . . (!)	— — - - — —	Compris.	- - - — -
Apostrophe. . (')	- — — — — -	Erreur	- - - - - - -
Alinéa	- — - — - -	Fin de la transmission, croix. . .	- — - — -
Trait d'union. . (-)	— - - - - —	Attente	- — - - -
Parenthèse (avant et après les mots) . . . . . ( )	— - — — - —	Invitation à transmettre.	— - —
		Réception terminée.	- — - - — - - — -

Digitized by Google

Si on essaie d'apprendre les différents signaux de l'alphabet Morse les uns après les autres, dans l'ordre des lettres qu'ils représentent, il faut de grands efforts de mémoire pour se les assimiler; mais si, au contraire, on tient compte des rapports qui existent entre ces signaux, si, en d'autres termes, on prend soin de les classer, la tâche devient beaucoup plus aisée.

L'examen de l'alphabet montre tout d'abord que certaines lettres sont formées seulement avec des points, d'autres seulement avec des traits; voilà déjà deux groupes faciles à apprendre.

1er GROUPE	2e GROUPE
E .	T —
I . .	M — —
S . . .	O — — —
H	CH — — — —

On peut également remarquer que beaucoup de lettres lues à l'envers ont une signification nouvelle; ainsi A (. —) devient N (— .), U (. . —) devient D (— . .). Si on découpe dans une feuille de papier les signaux qui présentent cette particularité, en écrivant au recto l'une des lettres correspondantes et au verso l'autre lettre, suivant qu'on lira d'un côté ou de l'autre, on trouvera en regard de la lettre le signal qui la représente; de là, deux nouveaux groupes.

3e GROUPE	4e GROUPE
A . —	N — .
U . . —	D — . .
V . . . —	B — . . .
W . — —	G — — .
J . — — —	Ö — — — .
L . — . .	F . . — .
C — . — .	Ä . — . —
Y — . — —	Q — — . —
Z — — . .	Ü . . — —

Il ne nous reste plus que six lettres à apprendre, R, K, P, X, É, Ñ.

Les lettres R, P, É deviennent K, X, Ñ lorsque, dans chacune d'elles, on remplace les traits par des points et réciproquement; enfin É et Ñ sont les seules lettres composées de cinq signaux.

5e GROUPE

R . — .	K — . —
P . — — .	X — . . —
É . . — . .	Ñ — — . — —

Digitized by Google

On peut encore envisager l'alphabet à un point de vue plus général et répartir les signaux en deux groupes seulement.

On formera le premier groupe avec les lettres commençant par un point; on obtiendra le second en remplaçant dans ces lettres les points par des traits et réciproquement.

1er GROUPE		2e GROUPE	
E	·`	T	—
I	··	M	— —
S	···	O	— — —
H	····	CH	— — — —
A	·—	N	—·
W	·— —	D	—··
J	·— — —	B	—···
Ä	·— ·—	C	—·—·
U	··—	G	— —·
Ü	··— —	Z	— —··
V	···—	Ö	— — —·
R	·—·	K	—·—
L	·—··	Y	—·— —
P	·— —·	X	—··—
F	··—·	Q	— —·—
É	··—··	Ñ	— —·— —

Nous laissons au lecteur le soin de choisir entre les deux méthodes.

La règle qui a présidé à la formation des chiffres est facile à saisir. Tous se composent de cinq éléments. De 1 à 5, les points précèdent les traits et leur nombre donne le nom du chiffre; de 6 à 0 les traits sont en avant et remplacent les points de la série précédente, en croissant de un à cinq.

La barre de fraction se compose de six traits accouplés deux à deux, ce qui représente MMM — — — — — —.

Dans la pratique on transmet ordinairement en abrégé le chiffre zéro et la barre de fraction toutes les fois qu'il ne peut y avoir confusion avec les lettres T et M; le zéro est alors, en effet, représenté par un seul trait —, comme T et la barre de fraction par deux traits — —, comme M. On gagne de la sorte un temps précieux, et dans le symbole 0/0 notamment, on n'a plus à transmettre que quatre traits au lieu de seize que nécessiterait la transmission intégrale des deux zéros et de la barre de fraction.

Pour se graver dans la mémoire les signes de ponctuation, et

Digitized by Google

les indications de service, on peut les décomposer en lettres et même en former des mots; on obtient ainsi :

Point - - - - - - = III	
Virgule - — - — - — = AAA	ou art.
Point et virgule — - — - — - = NNN	ou tente.
Deux points — — — - - - = OS	ou os.
Point d'interrogation ou répétez - - — — - - = UD	ou une.
Trait d'union — - - - - — = DU	ou du.
Point d'exclamation — — - - — — = MIM	ou meat.
Apostrophe - — — — — - = WG	ou emme.
Guillemets - — - - — - = RR	ou ain.
Parenthèses — - — — - — = KK	ou tant.
Souligné - - — — - — = UK	ou Ept.
Alinéa - — - — - - = AL	ou are.
Compris - - - — - = VE	ou S^te.
Attente - — - - - = EB	ou as.
Signal de séparation — - - - — = TV	ou nu.
Invitation à transmettre — - — = K	
Erreur, série de points - - - - - - - - - - -	

Manipulation. — Pour arriver promptement à une bonne manipulation, il est nécessaire de sacrifier la vitesse à la régularité. Lorsque la main est suffisamment exercée, la vitesse s'acquiert presque involontairement.

Lorsqu'il s'agit d'instruire un certain nombre d'élèves simultanément, il y a avantage à procéder comme suit :

Chaque élève étant muni d'un manipulateur, les premiers exercices consisteront à faire des séries de points, des séries de traits, des points et des traits alternés et, enfin, les lettres de l'alphabet lorsqu'on possédera bien le rythme des signaux élémentaires.

Afin d'obtenir toute la régularité désirable, les élèves doivent décomposer les signaux et les exécuter au commandement de l'instructeur. Les figures suivantes, dans lesquelles les chiffres représentent des temps égaux, montrent la cadence à observer, les traits verticaux indiquant s'il faut abaisser ou laisser relever le manipulateur.

SÉRIE DE POINTS

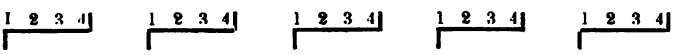
Prenons, si l'on veut, comme exemple, la cadence du pas, un, deux, un, deux, etc...; l'espace compris entre un et deux, c'est-

Digitized by Google

à-dire entre le pied gauche et le pied droit, représentera le *point;* tandis que l'espace compris entre deux et un, c'est-à-dire entre le pied droit et le pied gauche dans le pas suivant, représentera la séparation de deux points.

Les séries de *traits* auront nécessairement une autre cadence, puisque la longueur de chaque trait est égale à trois points, tandis que l'espace qui les sépare n'est égal qu'à un point.

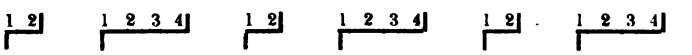
SÉRIE DE TRAITS



On abaissera le manipulateur sur le premier temps et on le laissera relever sur le quatrième.

En combinant ces deux exercices, on obtiendra des points et des traits.

SÉRIE DE POINTS ET DE TRAITS ALTERNÉS



Le rythme que l'on obtient en décomposant ainsi les signaux est évidemment très lent. Dès que les élèves l'ont bien saisi et exécutent correctement les trois exercices précédents, l'instructeur prend une cadence plus vive et, pour cela, au lieu de compter deux temps sur les points et quatre sur les traits, il appelle chacun de ces signaux par son nom, en donnant à l'intonation la durée que doit avoir le signal. Ainsi, au lieu de dire, un, deux, un, deux, trois, quatre, un, deux, un, deux, trois, quatre..., pour faire une série de points et de traits, l'instructeur dira : point, trait, point, trait..., en traînant sur le mot *trait*, de façon à donner aux deux signaux élémentaires des valeurs analogues à celles de la *brève* et de la *longue* en versification; on pourrait également écrire poĭnt, trāit, poĭnt, trāit, etc...

Lorsque les élèves sont nombreux, le meilleur moyen d'obtenir, chez le plus grand nombre, une manipulation régulière consiste à leur faire chanter tous ensemble le signal qu'ils exécutent.

Toutes les lettres de l'alphabet sont étudiées par cette méthode. Ainsi, lorsque l'instructeur commande B, par exemple, il dit : B..., trāit, poĭnt, poĭnt, poĭnt, et tous les élèves répètent :

Trāit, poĭnt, poĭnt, poĭnt, en exécutant le signal avec leur manipulateur.

Chacune des lettres de l'alphabet est ainsi transmise un certain

Digitized by Google

nombre de fois, et cette manœuvre a lieu, comme pour les assouplissements de gymnastique, aux commandements : « Commencez..., cessez ».

Dans les lettres qui se terminent par un trait, on combat la tendance qu'ont les élèves à prolonger ce dernier trait en le terminant par l'intonation « heup », prononcée brièvement au moment où le manipulateur doit se relever.

Exemple : J - — — — point, trait, trait, trait, heup.

De temps à autre, l'instructeur arrête un des élèves et lui fait ensuite reprendre la cadence.

Lorsque les élèves possèdent bien toutes les lettres de l'alphabet, on leur fait transmettre, toujours en chantant, et au commandement des syllabes, des mots très courts, ensuite des mots plus longs, et on arrive, petit à petit, à transmettre des phrases entières.

Lorsqu'on a atteint ce degré d'instruction, l'instructeur peut expliquer les règles à observer pour la transmission des télégrammes, écrire des dépêches au tableau et les faire transmettre au commandement, comme il a été dit précédemment. Les élèves arrivent ainsi à retenir machinalement, très promptement, et tous à la fois, les règles de transmission. Pendant cette période, on doit aussi faire travailler les élèves sur un manipulateur muni d'une pile et en communication avec un récepteur placé en face de l'élève, c'est ce qu'on appelle *travailler en local*. Nous avons indiqué précédemment ce mode d'installation. Chaque élève peut ainsi vérifier les irrégularités de sa transmission et corriger ses défauts.

Les exercices faits en commun, et en chantant, ont non seulement l'avantage de donner une cadence uniforme à un grand nombre d'élèves à la fois, mais ils servent aussi beaucoup à les préparer pour la lecture au son, en les forçant à traduire par la parole ce qu'ils exécutent avec la main.

Lecture au son. — Il nous paraît avantageux d'initier, dès le début, les élèves à la *lecture au son* et de faire marcher de front cette étude avec celle de la manipulation.

L'instructeur, muni d'un manipulateur et d'un *parleur*, dissimule autant que possible les mouvements de sa main, de façon à s'assurer que les élèves lisent *au son* et non *à la vue*. Il s'efforce de faire distinguer la différence entre le point et le trait.

Tout signal lu au son est limité par un bruit sec qui indique son commencement et un autre bruit qui indique sa fin. Dans le point, les deux bruits se succèdent très rapidement; dans le trait, il existe entre eux un intervalle très appréciable.

Digitized by Google

On a installé des parleurs qui reproduisent les signaux par un bruit continu, une sorte de *ronflement* qui rend la lecture très aisée. On peut représenter graphiquement les signaux produits par ces appareils à l'aide de la notation suivante :

Trait, point, trait, point, trait, point.

Avec ce système, les élèves arrivent à faire de rapides progrès et on est étonné de la facilité avec laquelle ils interprètent les signaux, c'est malheureusement là une sorte de *trompe l'œil*, et si on met en présence d'un parleur ordinaire des télégraphistes lisant très couramment au *ronfleur*, on constate qu'ils ne peuvent pas saisir une seule lettre. Le *ronfleur* ne doit donc servir, suivant nous, que comme auxiliaire; lorsqu'un élève ne peut pas lire un signal au parleur, on peut le lui répéter au ronfleur, de manière à faciliter sa tâche et à lui faire saisir la concordance des deux rythmes.

En l'absence de ronfleur, lorsque l'élève ne lit pas le signal exécuté par l'instructeur, celui-ci le lui fait chanter et le répète jusqu'à ce que l'élève le chante correctement.

Exemple : l'instructeur fait le signal — - — -.

L'élève lit B.

« Chantez », dit l'instructeur.

L'élève chante nécessairement ce qu'il a cru entendre, c'est-à-dire :

Trait, point, point, point.

L'instructeur fait alors le signal chanté par l'élève

— - - -

et répète celui qu'il avait fait primitivement

— - — -

pour bien lui montrer la différence; il répète ce signal jusqu'à ce que l'élève soit parvenu à le chanter et, par suite, à le traduire.

Les élèves sont ainsi exercés à lire les différentes lettres de l'alphabet; l'instructeur transmet successivement des lettres ne différant que par un seul signal élémentaire, comme :

C (— - — -) et Y (— - — —), B (— - - -) et X (— - - —)

et répète ces exercices jusqu'à ce que les élèves n'aient plus aucune hésitation.

Les télégraphistes sont ensuite exercés à lire des mots, d'abord très courts, et à les écrire en même temps. On procédera encore

Digitized by Google

ici par opposition, en transmettant successivement des mots peu différents au point de vue de l'alphabet Morse.

EXEMPLES :

Non	— ·	— — —	— ·
Son	· · ·	— — —	— ·
Car	— · — ·	· — —	· — ·
Mon	— —	— — —	— ·
An	· —	— ·	
Ver	· · · —	·	· — ·
Raie	· — ·	· —	· · ·
etc.			

Note	— ·	— — —	— ·
Sot	· · ·	— — —	—
Cor	— · — ·	— — —	· — ·
Mot	— —	— — —	—
Un	· · —	— ·	
Var	· · · —	· —	· — ·
Rate	· — ·	· —	— ·

On arrivera ainsi progressivement à faire lire de petites phrases et enfin des dépêches complètes.

Lorsque les élèves ont lu les premières lettres d'un mot, ils ont toujours une tendance à deviner les autres.

Ainsi, dans la phrase :

« J'ai reçu de vos nouvelles. »

Dès que les deux premières lettres du mot « nouvelles » auront été transmises, tous les élèves écriront ce mot sans le lire; l'instructeur doit s'assurer que les élèves lisent réellement et ne devinent pas; pour cela, il change fréquemment la transmission, dût-il introduire dans la phrase un mot sans aucun sens; au lieu de nouvelles, par exemple, il transmettra « notification » ou un mot quelconque autre que celui qu'il suppose devoir être deviné par les élèves.

On doit combattre par tous les moyens cette tendance à deviner qui peut devenir une cause d'erreurs irréparables.

Lecture sur la bande. — La lecture sur la bande, lorsque les élèves lisent bien au son, n'est plus qu'une affaire d'application; on peut d'ailleurs profiter des moments de repos, qui doivent être assez fréquents, pour leur faire lire des bandes préparées à l'avance.

Lorsque les télégraphistes sont bien assouplis à ces différents exercices, on peut les mettre en correspondance, en prenant soin d'empêcher toute communication entre les deux correspondants, autrement que par le fil conducteur qui relie les deux appareils.

Règles de transmission. — Nous avons précédemment fait connaître les signaux conventionnels et les indications de service en usage avec l'appareil Morse.

Dans le collationnement, on peut employer les signaux suivants pour exprimer les chiffres :

Digitized by Google

1 - —	7 — - - -
2 - - —	8 — - -
3 - - - —	9 — -
4 - - - - —	0 —
5 - - - - -	Barre de fraction — —
6 — - - - -	

Aux termes des instructions administratives, les agents séparent les télégrammes sur la bande Morse par un trait vertical à l'encre.

Ils indiquent, en outre, sur la bande, au-dessus des passages correspondants, l'ouverture et la clôture de chaque séance dans cette forme :

Ouverture du. . . . .
Clôture du. . . . . } (Date, année, mois, heure)

Le rouleau de papier-bande ne doit jamais être coupé. Aussitôt après la réception d'un télégramme par l'appareil Morse, l'agent qui a reçu, après avoir compté les mots, et, s'il y a lieu, provoqué la rectification de l'erreur, donne le collationnement à son correspondant.

Le collationnement ne peut être retardé ni interrompu sous aucun prétexte. Lorsqu'il est achevé et que le télégramme est vérifié, le bureau qui a reçu donne à celui qui a transmis le signal de « réception » ou « compris ». Ce signal est immédiatement répété par le correspondant.

En cas d'erreur, la responsabilité incombe :

1° A l'agent transmetteur et à l'agent réceptionnaire, si l'erreur porte sur des indications éventuelles, des mots, des nombres dont le collationnement est obligatoire et qui, ayant été transmis, n'ont pas été collationnés;

2° A l'agent qui refuse de donner ou de recevoir la répétition de passages dont le collationnement paraît nécessaire au correspondant;

3° A l'agent transmetteur, lorsqu'il n'a pas rectifié un collationnement erroné;

4° A l'agent réceptionnaire, lorsqu'il n'a pas tenu compte de la rectification faite à son collationnement ou d'une rectification transmise d'office par son correspondant;

5° Dans les cas non prévus par les alinéas précédents : à l'agent transmetteur, s'il n'y a pas conformité entre la transmission et le libellé qui a servi à cette transmission; à l'agent réceptionnaire, s'il n'y a pas conformité entre la bande de réception et la copie de réception.

Digitized by Google

La transmission des télégrammes échangés par l'appareil Morse peut s'effectuer par séries alternatives de cinq télégrammes sur les lignes importantes dont le travail est continu. Tout télégramme de cent mots et au-dessus est considéré comme formant une série.

Récepteur Morse à translation. — Tous les récepteurs Morse ne sont pas aussi simples que celui qui a été précédemment décrit; il existe notamment un modèle dont les communications électriques ont été compliquées à dessein pour permettre, au besoin, de réaliser des combinaisons spéciales sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir. Ce récepteur, dit *récepteur Morse à translation*, porte cinq bornes sur son socle en bois; son mécanisme, pas plus, d'ailleurs, que son électro-aimant, ne diffèrent sensiblement des organes similaires de l'appareil que nous avons choisi comme type. En revanche, la colonne qui supporte les vis-butoirs limitant les déplacements de l'armature présente des dispositions particulières. Cette colonne modifiée a reçu le nom de *colonne de translation;* elle se compose de deux parties distinctes, *isolées l'une de l'autre* par une rondelle en ivoire ou en ébonite et est en tous points semblable à celle du relais Froment précédemment décrit.

La partie supérieure porte la vis I, *contact de repos* ou *vis isolée*, contre laquelle bute le prolongement de l'armature à l'état de repos; elle est traversée par un cylindre métallique avec lequel elle communique électriquement. La partie inférieure porte la vis P, *contact de pile* ou *vis de contact*, contre laquelle s'arrête le prolongement de l'armature lorsque celle-ci est attirée; c'est un tube métallique qui enveloppe, sans le toucher, le cylindre de la partie supérieure.

La partie inférieure de la colonne de translation est assujettie sur le socle de l'appareil par deux pieds et par un écrou; la partie supérieure, filetée vers le bas, est serrée par un écrou qui l'immobilise; les deux parties sont, de la sorte, solidement unies.

Les cinq bornes placées sur le socle du récepteur sont désignées par les lettres M, I, P, T, L qui signifient : *massif*, *vis isolée*, *pile*, *terre*, *ligne*.

Ces bornes communiquent au moyen de fils de cuivre et de vis de serrage :

M, avec la masse métallique du récepteur, et par conséquent avec l'armature;

I, avec la partie supérieure et intérieure de la colonne de translation;

Digitized by Google

P, avec la partie inférieure et extérieure de cette même colonne;

T, avec l'une des extrémités du fil qui entoure les bobines de l'électro-aimant;

L, avec l'autre extrémité de ce fil.

Ainsi :

1° Un courant entrant par L ressort par T et réciproquement;

2° Un courant entrant par P ressort par M et réciproquement, si l'armature est en contact avec la *vis de contact* de la colonne de translation, c'est-à-dire si l'armature est attirée par l'électro-aimant;

3° Un courant entrant par M ressort par I et réciproquement si l'armature est en contact avec la *vis isolée* de la colonne de translation, c'est-à-dire si l'armature est au repos.

Nous verrons, en nous occupant de l'installation des postes, comment on utilise ces différentes communications électriques.

Différents modèles de récepteurs Morse. — Les modèles de récepteurs Morse encore en service dans les bureaux français sont assez nombreux. Presque tous les changements de forme introduits successivement dans la construction ont pour objet de faciliter le réglage ou d'améliorer la reproduction des signaux sur la bande par une distribution automatique d'encre oléique sur le tampon encreur; mais dans cette voie on s'est heurté à de nombreuses difficultés, et c'est encore l'ancien système d'encrage au pinceau qui a prévalu jusqu'à présent.

Dans certains récepteurs anciens, le ressort antagoniste, au lieu d'être accroché, comme dans le modèle actuel, en arrière du point de suspension du levier d'armature et au-dessus de celui-ci, est accroché en avant et au-dessous. C'est un ressort à boudin, en fil de laiton, à la partie inférieure duquel est attaché un fil de soie. Sur le socle de l'appareil est placée une longue vis sur laquelle peut se mouvoir un écrou. Le fil de soie passe sur la gorge d'une poulie de renvoi et est attaché à l'écrou. En manœuvrant la vis dans un sens ou dans l'autre, on fait avancer ou reculer l'écrou et, par conséquent, on tend ou on détend le ressort antagoniste.

La forme du couteau a été l'objet de diverses modifications, plus ou moins heureuses, sur lesquelles il serait superflu d'insister. De même, la situation des guide-papier dépend de celle du rouet qui, dans certains récepteurs, est situé au-dessus de la cage de l'appareil; ce sont là des questions de détail qui n'offrent qu'un intérêt secondaire.

Récepteur Morse à noyaux mobiles. — MM. Rault et Chassan,

Digitized by Google

agents spéciaux de l'administration des Postes et des Télégraphes, ont construit un type de récepteur dans lequel le réglage consiste uniquement à faire varier la position des noyaux de l'électro-aimant par rapport à l'armature.

Les noyaux sont montés sur de longues tiges qui, traversant la culasse et le socle de l'appareil, sont articulées avec un levier mobile autour d'un point fixe et commandé par une vis de réglage. Cette vis, dont la tige traverse la colonne de translation, se termine, à la partie supérieure de cette colonne, par un bouton moleté. En tournant ce bouton, dans un sens ou dans l'autre, on abaisse ou on élève le levier qui, lui-même, entraîne les noyaux mobiles; ceux-ci s'éloignent ou se rapprochent de l'armature. Le ressort antagoniste est un long ressort-lame, monté près du point de suspension de l'armature et descendant le long de la face latérale de la cage du récepteur. Il se termine par une vis dont la pointe s'appuie sur la cage et qui détermine la tension du ressort. Cette tension est réglée une fois pour toutes par le constructeur; il en est de même des vis butoirs de la colonne de translation, dont la position relative reste invariable.

Récepteur à culasse scindée. — Dans le système combiné par M. Héquet, directeur des Postes et des Télégraphes, la culasse de l'électro-aimant est en deux pièces, l'une fixe, l'autre mobile. La partie mobile est montée sur une glissière et commandée par une vis qui permet de l'éloigner ou de la rapprocher de la partie fixe. Il est ainsi possible de graduer la puissance attractive de l'électro-aimant.

Procédés d'encrage. — MM. Rault et Chassan ont adapté au récepteur une pièce additionnelle qui consiste en un réservoir, sorte d'encrier qui est rempli de vaseline, colorée en bleu. L'axe de la molette traverse de part en part ce réservoir et tourne à l'intérieur, mu, comme à l'ordinaire, par le mouvement d'horlogerie. La molette elle-même est appliquée sur un orifice latéral que porte le réservoir et ne laisse entre sa surface et les parois de cet orifice que l'espace suffisant pour laisser suinter une mince couche de vaseline. Ce suintement est d'ailleurs facilité par une goupille horizontale, dont est garnie la face postérieure de la molette, goupille qui, en suivant les mouvements de la molette, tourne constamment à l'intérieur du réservoir et forme agitateur dans la masse de vaseline qu'elle maintient dans un état de fluidité suffisante.

Le système d'encrage de M. Lefilleul, inspecteur principal des Postes et des Télégraphes, a une certaine analogie avec celui que nous décrirons en parlant de l'appareil Wheatstone. Une

Digitized by Google

poulie tourne dans un réservoir rempli d'encre oléique et entraîne, dans sa gorge, une certaine quantité d'encre. La molette tourne elle-même en regard de la gorge de la poulie et assez près pour recueillir sur sa tranche une partie de l'encre entraînée par la poulie.

L'axe de la molette est posé entre les branches d'une fourchette que fait basculer le mouvement de l'armature. Lorsque l'armature est attirée, la molette est mise en contact avec la bande de papier; lorsque l'armature reprend sa position de repos, elle entraîne la molette qui s'éloigne de la bande.

M. Hérodote fait usage d'un double tampon. Les deux tampons sont superposés et tournent l'un sur l'autre. On dépose, au pinceau, de l'encre oléique sur le tampon supérieur qui sert ainsi de réservoir au tampon inférieur; ce dernier s'imprègne par frottement; c'est lui qui est en contact avec la molette.

M. de Lirac agit par capillarité, aussi lui faut-il une encre spéciale ne contenant pas, comme l'encre oléique, la matière colorante en suspension.

Une mèche plonge dans un réservoir fermé, rempli d'encre colorée au violet d'aniline; cette mèche traverse ensuite un tube recourbé dont l'orifice est voisin du tampon à imbiber; l'extrémité de la mèche qui sort du tube repose sur le tampon qu'elle imbibe régulièrement de la quantité d'encre suffisante, sans en déposer en excès.

M. Carbonnier a proposé un encrier qui s'adapte facilement sur les récepteurs Morse. C'est un réservoir dont le couvercle, réglable, agit en comprimant la couche d'air qui se trouve au-dessus de l'encre; celle-ci est chassée dans un tube capillaire terminé par un pinceau. La pointe du pinceau repose sur le tampon dont la tranche est ainsi constamment imbibée.

Réglage du manipulateur Morse. — Le réglage du manipulateur Morse consiste dans le jeu à laisser au levier. Les deux vis latérales commandent ses mouvements autour de ses pivots; elles doivent laisser assez de liberté au levier pour ne pas contrarier l'action du ressort qui doit toujours ramener franchement le levier à sa position de repos; une pression exagérée de ces vis sur les pivots pourrait immobiliser le levier et le laisser suspendu entre les deux enclumes, sans qu'il prenne contact ni avec l'une ni avec l'autre. Cependant, les vis latérales doivent être assez serrées pour éviter tout ballottement du levier.

La vis de droite, garnie d'un contre-écrou, doit seule être manœuvrée.

La vis qui s'appuie sur l'enclume de repos permet de laisser

Digitized by Google

au levier plus ou moins de jeu dans le plan vertical. La position qu'il convient de donner à cette vis dépend, en grande partie, de l'habileté du télégraphiste. Il est cependant des cas où un réglage raisonné peut améliorer la transmission.

Si, par exemple, le correspondant fait connaître que les signaux sont collés ensemble, on peut parfois rétablir la régularité de la transmission en donnant plus de jeu au levier du manipulateur, ce qui revient à séparer davantage les signaux Si, au contraire, le correspondant se plaint de ce que des points manquent dans les signaux transmis, on devra diminuer l'amplitude des mouvements du levier, ce qui diminuera aussi l'intervalle compris entre les signaux, mais, dans ce dernier cas, le télégraphiste devra surtout surveiller sa manipulation.

Réglage du récepteur Morse, *réglage de l'armature*. — L'armature attirée lorsque le courant électrique traverse les bobines de l'électro-aimant détermine la pression de la bande de papier par le couteau contre la tranche de la molette et, par suite, l'enregistrement des signaux sur cette bande.

Pour que les signaux s'inscrivent régulièrement il faut :

1° Que la pression exercée par le couteau sur la bande de papier soit assez forte pour que celle-ci, appliquée contre la molette, reçoive une trace d'encre bien nette;

2° Que cette pression ne soit pas assez forte pour arrêter la bande de papier dans son mouvement uniforme de progression.

On obtient la pression régulière de la bande de papier contre la molette sans l'intervention du correspondant. La position de la vis de butée inférieure de l'armature (vis de contact de la colonne de translation) est établie, une fois pour toutes, par le constructeur; il ne faut pas la déranger. Cette vis a pour but d'empêcher l'armature de toucher les noyaux de l'électro-aimant, tout en lui permettant d'en approcher le plus possible.

Pour régler la pression du papier ou, pour mieux dire, pour régler la position du couteau, on abaisse l'armature avec le doigt, de façon que l'extrémité du levier s'appuie sur la vis de butée inférieure; on met le mouvement d'horlogerie en marche, de manière à faire dérouler la bande, puis on desserre la vis de réglage du couteau jusqu'à ce qu'il ne se produise plus aucune trace d'encre sur le papier. On serre ensuite progressivement la vis de réglage du couteau jusqu'à ce qu'on obtienne un trait bien régulier et bien net sur la bande de papier; dans cette position, le couteau ne doit pas fléchir. Le meilleur réglage est obtenu lorsque, l'armature étant attirée, l'es-

Digitized by Google

pace qui sépare le couteau de la molette est égal à l'épaisseur de la bande de papier.

Pour régler le jeu du levier, on cesse d'appuyer avec le doigt sur l'armature; on détend complètement le ressort antagoniste, de façon que le levier n'étant plus retenu, vienne par son propre poids s'appuyer sur la vis de butée inférieure; on tend alors progressivement le ressort jusqu'à ce que le levier, abandonnant la vis de butée inférieure, vienne s'appliquer contre la vis de butée supérieure.

La vis de butée supérieure doit être réglée de façon que, lorsque le levier vient s'appuyer contre elle, l'écartement entre le papier et la molette soit d'environ 2 millimètres, écartement suffisant pour empêcher le papier de frotter contre la molette lorsque l'armature n'est pas attirée par l'électro-aimant.

Ce réglage prélimaire terminé, on invite le correspondant à *faire des points*, et on tend le ressort antagoniste jusqu'à ce que les points s'enregistrent bien nets et bien détachés sur la bande.

Dans le cours d'une transmission, on détend le ressort antagoniste lorsque les points manquent; on le tend si les signaux ne sont pas nettement séparés.

Si le courant n'est pas assez énergique pour déterminer l'attraction de l'armature, on serre la vis de butée supérieure, pour rapprocher l'armature des noyaux, ou bien on invite le correspondant à augmenter sa pile si cela lui est possible.

Si, lorsque le ressort antagoniste est complètement tendu, les signaux sont encore collés ensemble, on intercale une bande de papier entre l'armature et les noyaux ou, mieux encore, on fait diminuer la pile du correspondant.

Le collage des signaux pourrait provenir de l'électro-aimant du recepteur si les noyaux conservaient, après le passage du courant, des traces suffisantes de magnétisme; c'est ce que l'on appelle le *magnétisme rémanent;* le fer le plus pur n'en est pas exempt; mais si les noyaux et la culasse de l'électro-aimant sont de bonne qualité, le magnétisme rémanent n'est généralement pas de nature à entraver la régularité des transmissions.

Quoi qu'il en soit, si le cas se présentait, il faudrait détacher les fils extérieurs reliés aux bornes L et T du récepteur et les rattacher en les inversant. « Cette dernière opération faite, si la rémanence persistait, on la détruirait en serrant la vis du manipulateur jusqu'au contact. Le courant de la pile du poste ayant ainsi traversé les bobines, pendant dix à quinze minutes,

Digitized by Google

aura fait disparaître toute trace d'aimantation persistante (1). »

Réglage du déroulement. — Pour que la bande de papier se déroule, il faut, en premier lieu, que le mouvement d'horlogerie soit remonté et mis en marche; il faut, en outre, que le rouleau de papier soit convenablement placé sur le rouet et que celui-ci tourne librement sur son axe.

La position des joues du guide-papier cylindrique doit être telle que les signaux s'enregistrent exactement au milieu de la bande.

Pour régler le jeu des cylindres d'entraînement, étant donné que la pression du couteau contre la molette a été réglée au préalable, on desserre la vis de réglage du cylindre supérieur jusqu'à ce qu'elle ne presse plus sur le ressort qu'elle commande. La bande de papier étant engagée entre les deux cylindres, on serre de nouveau la vis de réglage jusqu'à ce que le papier soit entraîné régulièrement, même lorsque le couteau l'appuie contre la molette. Un serrage excessif aurait pour effet de rendre le déroulement irrégulier et même d'entraver le jeu du mouvement d'horlogerie. Si la pression du cylindre supérieur est bien réglée, ce cylindre ne doit pas retomber de lui-même sur le cylindre inférieur lorsqu'il a été soulevé à l'aide de la manette.

Entretien de l'appareil Morse. — Les pièces du manipulateur Morse livrant passage à l'électricité ne doivent pas être graissées. Les contacts platinés doivent toujours être très propres; on les nettoie soit à sec, soit avec de l'alcool.

Toutes les vis munies de contre-écrous ou commandées par une contre-vis ne peuvent être manœuvrées que lorsque le contre-écrou ou la contre-vis ont été préalablement desserrés.

S'il est nécessaire de démonter le levier, il faut avoir soin, avant tout, d'enlever le boudin de sûreté; c'est ce qu'on ne fait presque jamais, aussi est-on dans l'obligation de remplacer très fréquemment ces boudins.

Ainsi que nous l'avons dit, il est quelquefois nécessaire de déposer, d'heure en heure, une petite quantité d'encre oléique sur le tampon du récepteur, mais lorsque celui-ci est bien imbibé et en bon état, deux ou trois encrages par jour sont généralement suffisants.

Il faut éviter avec soin de déposer trop d'encre oléique sur le tampon dont les parois et la monture doivent être nettoyées souvent à l'aide d'un chiffon.

(1) Michaut et Gillet, *Leçons élémentaires de Télégraphie électrique*. Deuxième édition. Paris, 1895.

Digitized by Google

Le tampon ne tourne plus lorsque ses pivots sont encrassés; par suite la molette n'est plus encrée.

La molette doit être l'objet de fréquents nettoyages, car l'encre desséchée et la poussière augmentent son diamètre et empêchent l'impression de rester correcte. On nettoie la molette en promenant sur sa tranche et sur ses deux faces, pendant qu'elle tourne, un morceau de papier plié en quatre ou une petite feuille de carton qui agit comme la lame d'un couteau et enlève les impuretés.

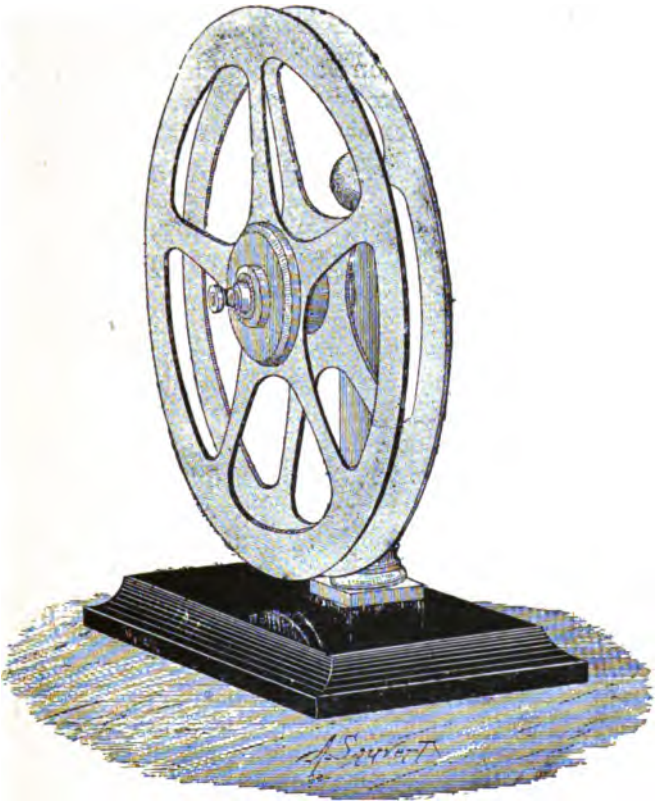


Fig. 86. — Rouet.

Les appareils doivent, autant que possible, être tenus à l'abri de la poussière; on les recouvre d'une toile pendant les balayages. Chaque jour ils sont époussetés avec un pinceau plat en crin, dit *queue de morue*, et essuyés avec une peau de chamois. En faisant tourner autour de leur pivot les volets qui

Digitized by Google

garnissent les platines du récepteur, on découvre les extrémités des axes du mouvement d'horlogerie; de temps en temps, on essuie les extrémités de ces axes pour enlever l'huile épaissie et on y met, à l'aide d'une pointe fine, une seule goutte d'huile; on referme ensuite les volets. Pour ce graissage, on doit faire usage, à l'exclusion de tout autre, de l'huile fine d'horlogerie (huile de pied de mouton pure). Toutes les pièces de contact livrant passage au courant électrique sont nettoyées, soit à sec, soit avec de l'alcool.

Rouet. — Toute installation Morse est complétée par un rouet indépendant, destiné à emmagasiner les bandes sur lesquelles sont enregistrés les signaux composant les télégrammes.

Le rouet (fig. 86) est fixé par deux vis sur la table affectée aux appareils.

Les bandes enroulées sur ces rouets sont soigneusement conservées dans les archives des bureaux et permettent de vérifier ultérieurement, s'il y a lieu, l'exactitude des télégrammes reçus.

Démontage et remontage de l'appareil Morse. — Le démontage et le remontage du levier du manipulateur Morse ne présentent aucune difficulté; il suffit de se conformer aux indications que nous avons données au sujet de son réglage.

La seule pièce à démonter, en dehors du levier, est le ressort antagoniste qu'il faut parfois remplacer, soit parce qu'il s'est affaibli, soit parce qu'il est brisé. Il suffit pour cela, d'enlever les vis qui le maintiennent si c'est un ressort-lame, de le décrocher si c'est un ressort à boudin.

Le démontage du récepteur, à moins de circonstances exceptionnelles, ne doit être entrepris que par un mécanicien ou par un employé chargé spécialement de l'entretien de ces appareils.

La première opération à exécuter consiste à détendre le ressort moteur; c'est par là qu'il faut commencer, ne fût-ce que pour ne pas l'oublier, ce qui occasionnerait fatalement de graves avaries.

On peut employer deux méthodes pour détendre le ressort :

1° Laisser dérouler l'appareil jusqu'à ce qu'il s'arrête; si le ressort est complètement tendu, l'opération exige quarante minutes;

2° Saisir la clé à pleine main et la maintenir vigoureusement en la laissant tourner doucement pendant un quart de tour, tout en soulevant le cliquet d'arrêt de la roue à rochet; à chaque temps d'arrêt, il faut laisser le cliquet mordre de nouveau sur la roue à rochet. Le ressort étant remonté par sept tours de clé, il

Digitized by Google

faudra recommencer vingt-huit fois la même manœuvre pour le débander complètement.

Le ressort moteur étant complètement détendu :

1° Décrocher le ressort antagoniste du levier d'armature;

2° Enlever les deux vis qui fixent la cage du mouvement d'horlogerie sur le socle; les têtes de ces vis sont sous le socle;

3° Enlever les plaques latérales de la cage du mouvement d'horlogerie; celle qui porte le tendeur du ressort antagoniste est maintenue par deux vis; les deux autres plaques sont à glissière;

4° Placer la cage à plat sur la platine postérieure et enlever la platine antérieure, maintenue par quatre fortes vis; avec la platine antérieure on entraîne l'axe de la molette avec son pignon, ainsi que les axes des deux cylindres d'entraînement du papier; les autres axes restent adhérents à la platine postérieure; le levier d'armature devient libre au moment où on sépare les deux platines.

5° Dégager successivement l'axe du barillet, le 1er, le 2e et le 3e mobile; il ne reste plus alors sur la platine postérieure que l'axe du volant que l'on démonte s'il y a lieu, en dévissant le pont supérieur;

6° Pour démonter les cylindres d'entraînement, les guides du papier, la molette et l'axe du tampou, il suffit d'agir sur les vis qui les maintiennent;

7° L'électro-aimant est maintenu par trois vis; deux de ces vis réunissent les fils des bobines aux conducteurs aboutissant aux bornes L et T; la troisième assujettit l'électro-aimant tout entier et mord dans la culasse; enlever ces vis dont les têtes sont placées sous le socle de l'appareil. Ensuite on dégage doucement les boudins qui, à l'entrée et à la sortie, terminent le fil enroulé autour des bobines et on enlève l'électro-aimant complet; les bobines deviennent indépendantes si on les fait glisser sur les noyaux;

8° Démonter la colonne qui porte les vis de butée du levier d'armature, en enlevant la vis qui la maintient.

Dans les appareils à cinq bornes, la colonne de translation est fixée par deux écrous : l'un central, qui assujettit la partie supérieure et intérieure de la colonne; l'autre, latéral, qui fixe la partie inférieure et extérieure; on démonte la colonne en dévissant ces écrous.

Pour remonter le récepteur Morse, on remet en place les pièces démontées, en commençant par la dernière et en suivant un ordre inverse de celui du démontage.

Digitized by Google

Remplacement du ressort moteur. — Le démontage du barillet et le remplacement du ressort sont des opérations très délicates que nous ne conseillous pas d'entreprendre sans les avoir vu exécuter, au préalable, plusieurs fois devant soi. On fait usage, à cet effet, d'un instrument spécial, nommé *estrapade*.

On serre fortement dans un étau, garni de mâchoires en plomb, la partie antérieure de l'axe du barillet. Saisissant ensuite avec la main gauche, la denture du barillet, on le fait tourner légèrement dans le sens de l'enroulement du ressort, de façon à dégager le doigt d'arrêt, appuyé sur la dent convexe de la croix de Malte. Cela permet de retirer la croix de Malte, en ôtant la vis autour de laquelle elle tourne. En laissant tourner doucement le barillet, le ressort qui, on se le rappelle, est amorcé par une légère tension initiale se détend complètement. Il devient possible alors de retirer le doigt d'arrêt, en chassant la goupille qui le maintient sur l'axe. On peut, à ce moment, desserrer l'étau et prendre le barillet à la main. Après avoir dévissé les deux équerres qui assujettissent le couvercle, on fait sortir celui-ci, en frappant légèrement sur l'extrémité postérieure de l'axe. En faisant tourner convenablement l'axe on sépare l'ergot de celui-ci de l'œillet du ressort dans lequel il est engagé, et, de ce côté, le ressort devient libre. A l'axe du barillet que l'on a enlevé on substitue l'estrapade, dont le bâti a été serré dans l'étau; l'axe de l'estrapade possède aussi un ergot qui pénètre dans l'œillet du ressort et, en tournant la manivelle, on tend de nouveau le ressort. Pour cela on agit sur la manivelle avec la main droite, tandis qu'on serre fortement le barillet avec la main gauche, garnie d'un chiffon pour ne pas se blesser, en cas de détente brusque.

Lorsque le ressort est tendu, on l'empêche de se détendre, en faisant basculer l'encliquetage de l'estrapade, puis, avec une pince, on décroche la partie du ressort adhérente, par son œillet, à l'ergot situé sur la surface du barillet. Avant de retirer complètement le ressort, on l'immobilise par une ligature en fil de fer.

S'il s'agit d'un ressort cassé, on ne peut plus employer l'estrapade et on en retire les fragments avec une pince.

Pour remplacer le ressort, l'estrapade devient indispensable. Les ressorts sont livrés tout bandés et cerclés par un lien de fil de fer. On introduit l'axe de l'estrapade dans la partie centrale et on engage l'ergot de l'axe dans l'œillet intérieur du ressort; on tend le ressort en tournant la manivelle avec la main droite, puis on enlève le lien de fil de fer, en maintenant fortement le ressort avec la main gauche. Par suite de la tension du ressort

Digitized by Google

enroulé, son diamètre total diminue, et il arrive un moment où l'on peut l'introduire dans le barillet; la partie extérieure du ressort étant saisie avec une pince, on présente la boîte du barillet et on pousse à fond; en même temps, on retire la pince, et le ressort, en se déroulant, s'accroche de lui-même, par son œillet extérieur, à l'ergot de la surface de la boîte. Pour s'en assurer, on tient la boîte du barillet avec une main et, de l'autre, on imprime deux ou trois tours à la manivelle de l'estrapade. La difficulté que l'on éprouve à empêcher la boîte du barillet de tourner indique que le ressort est bien accroché. Il ne reste plus qu'à remettre en place l'axe, le doigt d'arrêt, la croix de Malte et à amorcer le ressort.

Nous ne saurions trop répéter que toutes ces opérations exigent un tour de main spécial et une habileté qu'on ne saurait acquérir du premier coup.

Digitized by Google

CHAPITRE VI

INSTALLATION DES POSTES AVEC L'APPAREIL MORSE OU L'APPAREIL A CADRAN

Installation d'une communication télégraphique entre deux points; Marche du courant. — Communications entre les appareils d'un même poste. — Installation des fils de terre. — Postes télégraphiques. — Installation des postes extrêmes desservis par un seul conducteur; Marche du courant. — Installation spéciale des bureaux municipaux et du bureau de l'État correspondant; Installation du poste de l'État; Poste complet pour bureau municipal; Calcul des bobines de résistance; Communications électriques. — Installation des postes extrêmes desservis par plusieurs conducteurs. — Postes intermédiaires. — Installation d'un poste intermédiaire a deux directions. — Installation d'un poste intermédiaire embroché. — Installation de deux postes extrêmes avec un relais dans une station intermédiaire. — Translation. — Installation des grands bureaux. — Emploi des tableaux Mandroux; Tableau pour lignes simples; Tableau pour lignes bifurquées; Règles d'exploitation; Annonciateur de fin de transmission. — Méthodes de transmission Duplex; Méthode différentielle; Méthode du Pont de Wheatstone. — Installation des postes d'écluses.

Installation d'une communication télégraphique entre deux points. — Tout le monde connaît aujourd'hui les lignes télégraphiques; on sait que c'est par leur intermédiaire indispensable que les bureaux sont reliés entre eux; c'est le canal par lequel s'écoulent les télégrammes d'une localité à une autre.

Sans nous préoccuper, quant à présent, de l'installation de ces lignes, nous allons étudier l'aménagement intérieur des bureaux.

On sait que le circuit d'une pile est fermé et qu'un courant électrique se manifeste lorsque les deux pôles de cette pile sont réunis par un corps conducteur. Il en est de même si les deux pôles communiquent avec le sol, quelle que soit, d'ailleurs, la distance des deux points d'atterrissement. Ainsi, une pile dont le pôle négatif est à la terre à Paris et le pôle négatif à Lyon donne naissance à un courant.

D'après cela, nous pouvons faire circuler un courant électrique entre deux points à l'aide d'un seul conducteur, la terre servant à fermer le circuit. Mais, pour qu'il puisse y avoir réciprocité dans l'échange de la correspondance, il faut que chaque poste puisse mettre à volonté la ligne télégraphique en relation avec

Digitized by Google

sa pile ou avec son récepteur; cette permutation se fait à l'aide du manipulateur.

A chaque station, la borne P du manipulateur (fig. 87) est reliée au pôle positif d'une pile dont le pôle négatif est à la terre; la borne L du manipulateur reçoit le fil de ligne. La borne L du récepteur communique avec la borne A du manipulateur, la borne T est à la terre.

Marche du courant. — Prenons comme exemple une ligne télégraphique reliant les postes de Paris et de Lyon :

1° *Paris transmet.* — Le courant passe de la borne P à la borne L à travers le levier du manipulateur, parcourt la ligne,

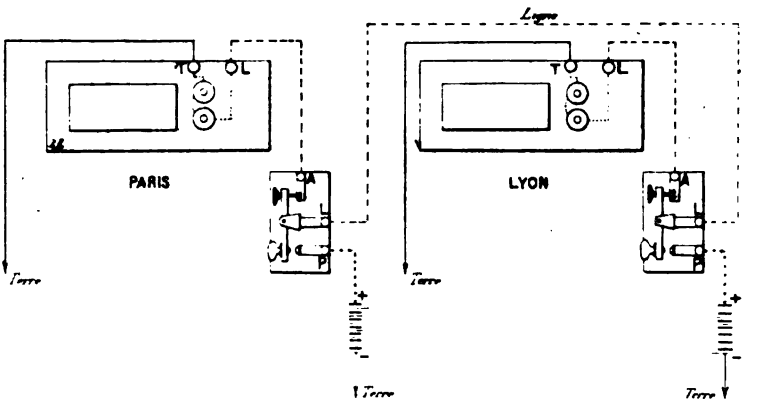


Fig. 87. — Communication télégraphique entre deux points.

arrive à Lyon à la borne L du manipulateur, traverse le levier (le manipulateur de Lyon est au repos), s'échappe par la borne A, pénètre dans le récepteur par la borne L, suit le fil de l'électro-aimant, ressort par la borne T et se perd à la terre. Le circuit est fermé par la terre entre Paris et Lyon.

2° *Paris reçoit.* — Le courant partant de la pile de Lyon passe par la borne P, le levier et la borne L du manipulateur de cette ville, parcourt la ligne, arrive à Paris à la borne L du manipulateur, traverse le levier, s'échappe par la borne A, pénètre dans le récepteur par la borne L, suit le fil de l'électro-aimant, ressort par la borne T et se perd à la terre.

Les relations télégraphiques peuvent ainsi être établies de Paris à Lyon au moyen d'un seul fil.

Communications entre les appareils d'un même poste. — Les communications entre les divers appareils d'un même

Digitized by Google

bureau sont souvent assurées à l'aide de fils de cuivre de 2 millimètres de diamètre, fixés sur la table par de petits *cavaliers* en fil de fer galvanisé; les croisements de fils sont évités avec le plus grand soin.

D'autres fois, les instruments sont reliés par des câbles métalliques recouverts de gutta-percha et d'un revêtement de coton. Ces câbles sont disposés, tantôt sur la table, tantôt en dessous, et retenus par des brides en zinc; on peut les croiser impunément.

Installation des fils de terre. — L'installation des fils de terre est un des points les plus importants du montage des postes. Ces communications étant destinées à fermer le circuit des piles doivent être établies dans des conditions propres à donner à l'électricité un écoulement facile dans le sol.

Le choix du terrain qui reçoit le fil de terre n'est pas indifférent; les rivières, les conduits métalliques, les puits, les marécages, les lieux humides, en général, donnent de bonnes terres; les terrains secs, le sable, la craie, la pierre, les citernes, ne donnent que des communications médiocres ou mauvaises.

En ce qui concerne les puits et les citernes, la différence est facile à saisir. Un puits, en effet, est un cylindre en maçonnerie alimenté par une source correspondant à une nappe d'eau souvent très étendue; la citerne, au contraire, représente un récipient cimenté dont le contenu est, en quelque sorte, isolé du sol par cela même que l'enveloppe est étanche et mauvaise conductrice. Prendre une terre dans une citerne, c'est prendre une terre dans un baquet. Le puits fournit une bonne terre, la citerne une mauvaise.

On ne place dans chaque bureau qu'un seul fil de terre auquel sont reliés tous les instruments qui doivent communiquer avec le sol; pour l'installation de ce fil de terre on doit se conformer aux prescriptions suivantes :

« Employer un toron de fils dont la conductibilité soit au moins égale à celle de l'ensemble de tous les fils de lignes qui aboutissent à la station.

« Veiller à ce qu'il soit bien soudé en tous ses raccords et qu'il communique avec le sol au moyen d'une plaque de fer galvanisé à large surface, variable suivant l'importance du bureau et plongeant dans un puits, une nappe d'eau ou un cours d'eau intarissable.

« Utiliser, le cas échéant, les conduites d'eau dont les tuyaux sont en fer ou fonte avec joints métalliques.

« A défaut de ces prises de terre, creuser dans le sol un trou

Digitized by Google

d'une profondeur suffisante pour atteindre sinon une nappe d'eau, du moins un terrain qui conserve l'humidité.

« Etablir le fil de terre et même les fils de ligne aussi loin que possible de toute conduite de gaz en plomb.

« Restreindre autant que possible l'emploi des tuyaux de gaz comme point d'attache du fil de terre et, en cas d'absolue nécessité, aller chercher pour s'y raccorder la conduite maîtresse en fer ou en fonte (1). »

Postes télégraphiques. — Les postes télégraphiques sont installés aux extrémités des lignes télégraphiques ou bien sur le parcours même des fils conducteurs.

Dans le premier cas, ils prennent le nom de *postes extrêmes*, dans le second on les appelle *postes intermédiaires*.

Installation des postes extrêmes desservis par un seul conducteur. — Le montage des postes extrêmes desservis par un seul conducteur peut, dans la plupart des cas, se rapporter au type représenté par la figure 88.

Le fil de ligne, à son entrée dans le bureau, est relié à l'une des bornes d'un paratonnerre à pointes mobites P*p*, généralement disposé sur une planchette le long de la muraille. Si nous suivons ce fil de ligne, nous le voyons descendre le long du mur jusqu'à une borne placée sur la table qui supporte les appareils de transmission; cette table se nomme *table de manipulation*. De là, le fil de ligne va joindre la borne L d'un paratonnerre à une bobine sans pointes P*f*. La borne A de ce paratonnerre correspond à une des bornes du galvanomètre G (horizontal ou vertical, et convenablement orienté s'il est horizontal); l'autre borne du galvanomètre communique avec la manette du commutateur rond C, ou bien avec le bloc principal d'un commutateur bavarois. Cet instrument permet de mettre à volonté la ligne sur sonnerie ou sur récepteur. Des bornes 1 et 2 partent en effet des fils se dirigeant l'un sur la sonnerie S, l'autre sur la borne L du manipulateur M. La borne A de cet appareil est reliée à la borne L du récepteur et la borne P reçoit un fil venant du pôle positif de la pile.

La pile est elle-même placée, soit dans une boîte, soit dans une armoire. Toutes les bornes T des différents appareils paratonnerres, sonnerie, récepteur, pôle négatif de la pile) reçoivent des fils qui sont soudés au câble de cuivre constituant le fil de terre.

Marche du courant. — Dans ces conditions, si nous supposons

(1) Extrait des instructions de l'administration des Postes et Télégraphes.

Digitized by Google

la manette du commutateur placée sur le bouton 1, le courant venant de la ligne traversera la plaque de droite du paratonnerre à pointes, arrivera à la borne L du paratonnerre à une bobine sans pointes, en ressortira par la borne A après avoir traversé le fil recouvert de la bobine, passera par le fil qui entoure le cadre du galvanomètre, se rendra à la manette du commutateur rond s'échappera par le bouton 1 et ira enfin se perdre à la terre en traversant les bobines de la sonnerie qu'il fera fonctionner.

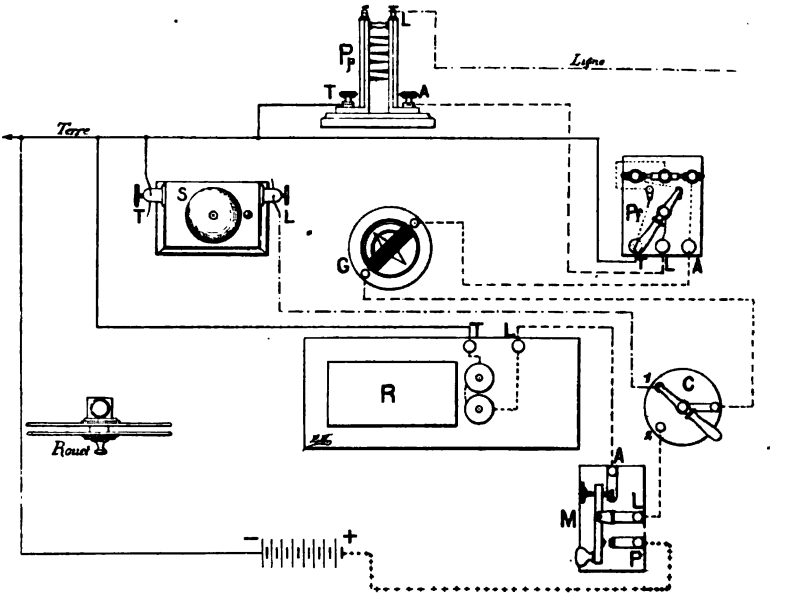


Fig. 88. — Poste extrême desservi par un seul conducteur.

L'employé, averti par cet appel, prendra la position de réception, c'est-à-dire qu'il placera la manette du commutateur rond sur le bouton 2; le courant passera alors en 2, se rendra à la borne L du manipulateur, en ressortira par la borne A (le manipulateur est au repos et la vis de réglage presse sur l'enclume postérieure), gagnera la borne L du récepteur et se rendra à la terre par la borne T, après avoir traversé les bobines et fait fonctionner l'appareil. Le télégraphiste ayant reçu dans son récepteur les appels de son correspondant, lui répondra en appuyant sur son manipulateur. Le courant se dirigeant du pôle positif de la pile vers la borne P du manipulateur, s'écoulera par

Digitized by Google

la borne L et suivra, en sens inverse, le chemin parcouru par le courant venant de la ligne; il traversera donc le commutateur rond par la borne 2 et la manette, le galvanomètre, le paratonnerre à une bobine sans pointes (entrant par A et ressortant par L), la plaque de droite du paratonnerre à pointes, et arrivera ainsi sur la ligne. Tel est le fonctionnement électrique d'un poste extrême desservi par un seul conducteur. Les communications sont d'ailleurs absolument les mêmes, que le poste soit desservi par un appareil Morse ou par un appareil à cadran.

Installation spéciale des bureaux municipaux et du bureau de l'État correspondant. — Il existe encore aujourd'hui en France un très grand nombre de bureaux dont les recettes ne sont pas très élevées. L'installation d'un fil spécial pour chacun de ces bureaux eût nécessité une dépense considérable, aussi a-t-on été amené, par raison d'économie, à grouper, autant que possible, deux à deux, les bureaux de cette catégorie, désignés sous le nom de *bureaux municipaux* et à relier chaque groupe, par un seul fil, au bureau de l'État le plus voisin.

D'après ce principe, il existe, à partir du bureau de l'Etat, une ligne, unique sur une partie de son parcours, ligne qui se bifurque ensuite pour aboutir à chacun des bureaux municipaux.

Quand cette disposition n'est pas réalisable, les bureaux municipaux sont installés chacun sur une ligne particulière comme des postes extrêmes ordinaires.

La gestion des bureaux municipaux est confiée à des agents investis en même temps d'autres fonctions. Il y aurait donc un sérieux inconvénient à déranger inutilement ces employés; c'est ce qui arriverait cependant si les postes municipaux, disposés par groupes sur le même fil, n'avaient reçu une installation spéciale, car le courant employé par le poste de l'État se bifurquerait au point de raccord des deux lignes municipales et ferait fonctionner simultanément les sonneries des deux bureaux.

Le problème se résume donc ainsi :

1° Le poste de l'Etat doit pouvoir appeler l'un des postes municipaux sans que son appel soit entendu par l'autre;

2° Chaque poste municipal doit pouvoir appeler le poste de l'État sans déranger l'autre poste municipal.

Le commutateur inverseur et le rappel par inversion de courant ont été imaginés en vue de résoudre cet intéressant problème dont ils fournissent une solution très élégante.

L'expérience démontre qu'à l'intérieur des piles il se produit un véritable mouvement électrique, mis en évidence par un transport de matière du pôle négatif au pôle positif. On admet

Digitized by Google

que le courant se propage toujours, à l'intérieur de la pile, du pôle négatif au pôle positif, et, à l'extérieur, du pôle positif au pôle négatif.

On dit habituellement qu'un poste *travaille en courant positif*, lorsque le pôle négatif de la pile est à la terre; il *travaille en courant négatif*, quand le pôle positif de la pile est à la terre.

Si un courant positif, entrant dans un électro-aimant par la bobine de droite, détermine au sommet du noyau de cette bobine la formation d'un pôle Nord, un courant négatif, agissant dans les mêmes conditions, y déterminera la formation d'un pôle Sud.

Appliquons ces considérations au problème dont nous cherchons la solution :

1° Le bureau de l'État sera pourvu d'une pile dont il pourra intervertir les pôles;

2° L'un des bureaux municipaux sera muni d'un rappel par inversion du courant fonctionnant sous l'action du courant positif;

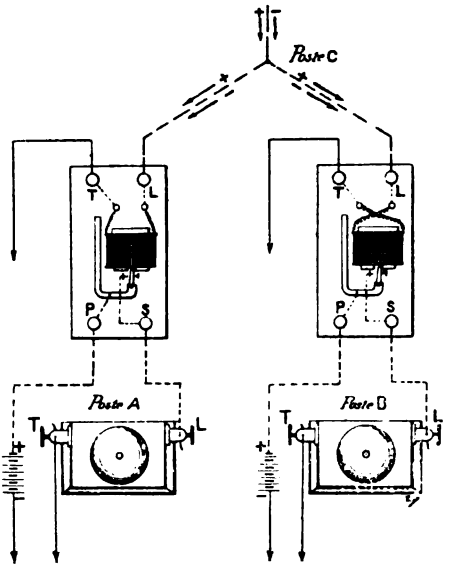


Fig. 89. — Installation de deux bureaux municipaux sur un même conducteur.

3° L'autre bureau municipal sera muni d'un rappel par inversion de courant fonctionnant sous l'action du courant négatif;

4° Chacun de ces rappels sera relié à une pile locale et à une sonnerie;

5° Etant donnés deux rappels montés d'une manière identique, l'un fonctionnera sous l'action du courant positif, l'autre sous l'action du courant négatif, si, dans l'un des deux, on met à la terre la bobine qui, dans l'autre, communique avec la ligne et réciproquement.

La figure 89 montre la disposition théorique de cette installation. Ainsi, si C appelle avec un courant positif, A reçoit, B ne reçoit pas; si C appelle avec un courant négatif, B reçoit, A ne reçoit pas.

La sonnerie de l'un des postes municipaux ayant fonctionné.

Digitized by Google

celui-ci doit répondre au poste de l'État sans déranger son voisin; pour cela, il doit employer un courant de même sens que celui qui a servi à l'appeler.

Par exemple, A étant appelé avec un courant positif, répondra avec un courant positif; s'il transmettait avec un courant négatif, le poste C recevrait, mais la sonnerie de B fonctionnerait en même temps.

De même, B appelé avec un courant négatif répondrait avec un courant négatif.

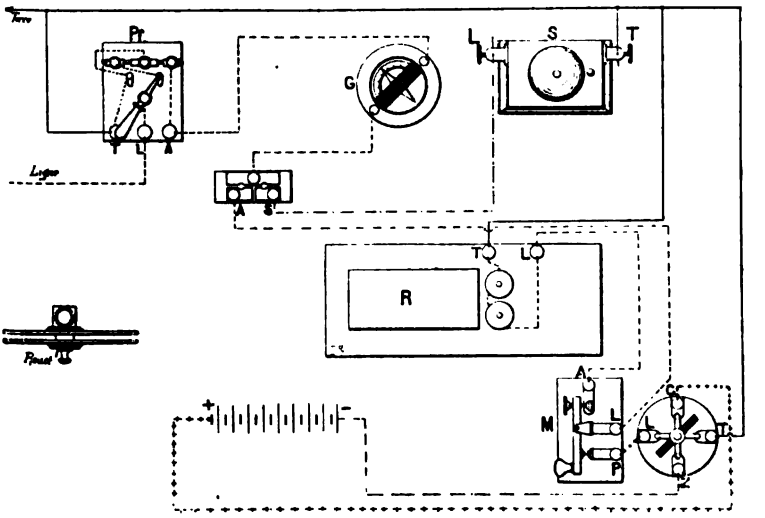


Fig. 90. — Poste de l'État.

Il est admis dans la pratique qu'un bureau municipal ne doit jamais avoir à appeler l'autre; ils ne doivent correspondre que par l'intermédiaire du poste de l'État. Il est cependant utile de faire remarquer ici que si le télégraphiste de l'un des bureaux municipaux voulait travailler directement avec l'autre, il serait obligé, pour l'appeler, de changer le sens de son courant. S'il transmet ordinairement avec le courant positif, il devrait, dans cette circonstance, faire usage du courant négatif, et réciproquement. Il pourrait encore faire rappeler le second bureau municipal par le poste de l'État; le rappel par inversion de courant une fois hors du circuit, le travail aurait lieu sans inconvénient avec l'un ou l'autre pôle de la pile.

Installation du poste de l'État. — Cette installation ne diffère de celle des postes extrêmes que nous avons décrite (p. 141)

Digitized by Google

que par l'interposition d'un commutateur inverseur entre la pile et le manipulateur (fig. 90). Les deux pôles de la pile sont amenés au commutateur inverseur, le pôle + à la borne C, le pôle — à la borne Z; la borne L est en relation avec la borne P du manipulateur et la borne T avec la terre.

On peut substituer au commutateur inverseur deux commutateurs ordinaires, convenablement disposés, deux commutateurs ronds par exemple, ou bien deux manipulateurs Morse auxquels on donne l'installation suivante : Le pôle positif de la pile est relié aux bornes P des deux manipulateurs, le pôle négatif aux bornes A. La borne L du manipulateur de gauche communique avec la ligne, la borne L du manipulateur de droite avec le récepteur, et par suite avec la terre, à travers les bobines.

Le manipulateur de gauche donne le courant positif; le pôle positif va sur la ligne, et le pôle négatif à la terre par les bobines du récepteur.

Le manipulateur de droite donne le courant négatif; le pôle négatif va sur la ligne (par le manipulateur de gauche) le pôle positif à la terre par les bobines du récepteur.

Lorsqu'on fait usage de deux manipulateurs conjugués, système aujourd'hui abandonné, on introduit dans le circuit, pendant la transmission, la résistance des bobines du poste qui transmet; cette résistance additionnelle ne peut être que nuisible.

Poste complet pour bureau municipal. — Dans un but d'uniformité, l'administration française a fait construire des boîtes renfermant un poste municipal complet (fig. 91).

Outre les appareils que nous connaissons déjà, ces boîtes contiennent une bobine analogue à celle des électro-aimants, qui a pour objet d'augmenter, s'il est nécessaire, la résistance électrique de la ligne. On l'appelle pour ce motif *bobine de résistance.*

Il est en effet nécessaire, pour que la réception des trois postes correspondants soit absolument correcte dans tous les cas, que les sections des deux lignes municipales, comprises entre leur point de raccord et les bureaux, aient à peu près des résistances électriques égales entre elles, et égales aussi à la résistance de la branche commune qui les relie au bureau de l'État.

Lorsque, par suite de la disposition des circuits, l'un des deux postes municipaux n'utilise pas de bobine de résistance, il réunit métalliquement les deux fils qui auraient été raccordés à cette bobine.

Un petit instrument nommé *serre-fils* est destiné à cet usage;

Digitized by Google

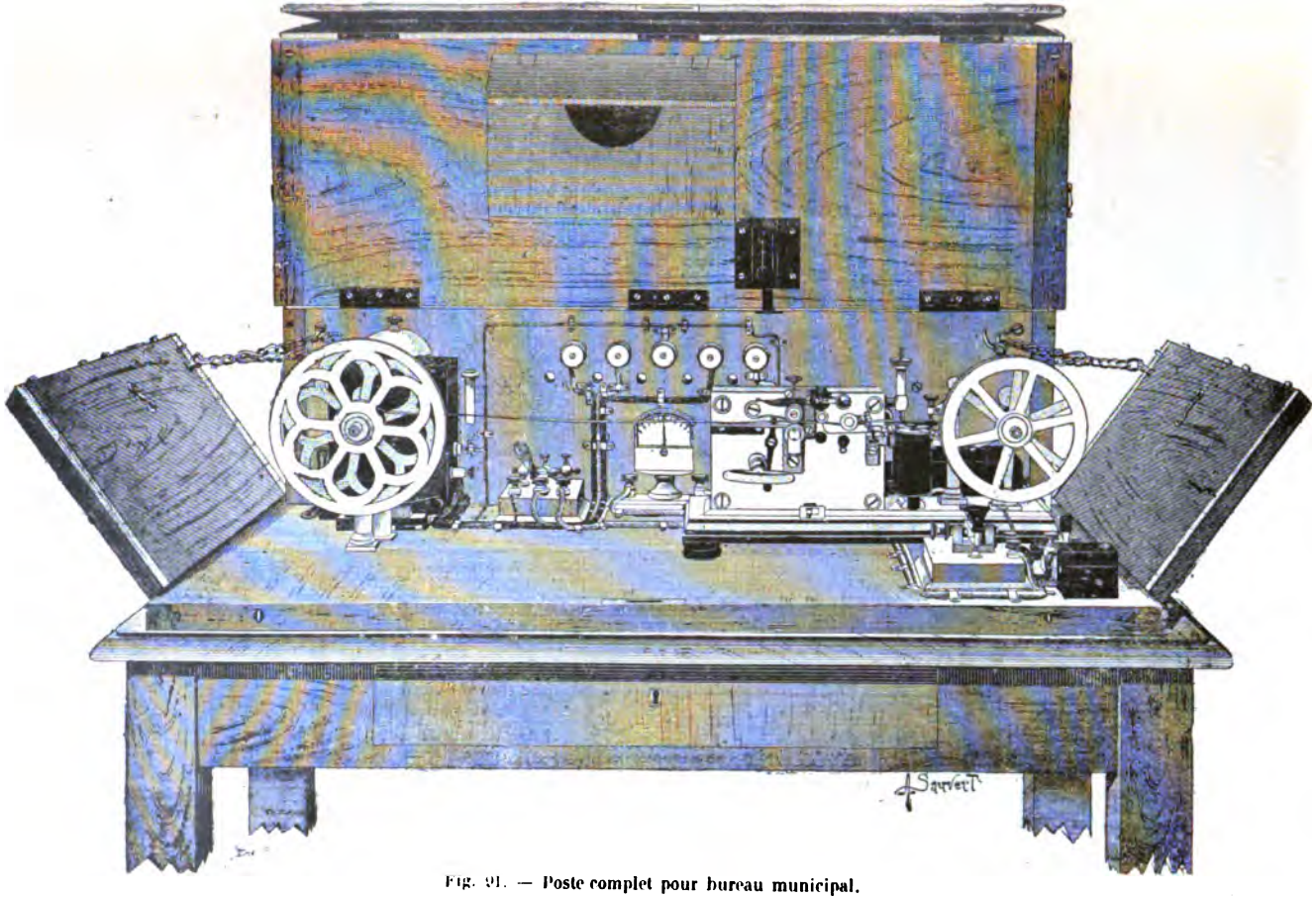


Fig. 91. — Poste complet pour bureau municipal.

Digitized by Google

c'est un cylindre creux en laiton, muni de deux vis de pression.

Les fils sont engagés, par chaque extrémité, dans l'intérieur du cylindre et maintenus par les vis fortement serrées.

Calcul des bobines de résistance. — Les bobines de résistance construites spécialement pour les bureaux municipaux forment une série de types dont les résistances sont de 20, 30, 100, 150, 200, 250, 500 et même 1000 ohms.

Au moment de la préparation du devis relatif à l'installation, il convient de calculer la résistance additionnelle à intercaler dans les bureaux pour que les différentes branches du circuit soient parcourues par des courants d'égale intensité, quel que soit le poste qui transmette. On choisit alors le type de bobine qui se rapproche le plus des résultats fournis par le calcul.

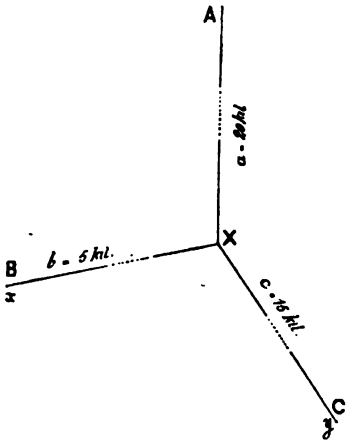


Fig. 92. — Ligne bifurquée.

Soit une ligne A, X, B, C (fig. 92) dans laquelle A représente le poste de l'État, B et C les deux bureaux municipaux et X le point de bifurcation.

Appelons $a = 20$ kilomètres la ligne commune qui réunit le point de bifurcation X au poste de l'État, $b = 5$ kilomètres l'embranchement XB, $c = 15$ kilomètres l'embranchement XC. Désignons par x la résistance additionnelle à placer au poste B et par y celle qu'il faudra disposer au poste C. La condition à remplir est que le courant se répartisse d'une manière sensiblement uniforme dans les branches du circuit lorsque chacun des postes transmet; pour cela, il faut que l'on ait les relations suivantes :

A transmet : $a + c + y = a + b + x$.
B transmet : $x + b + a = x + b + c + y$.
C transmet : $y + c + a = y + c + b + x$.

En supprimant les termes communs dans les deux membres, ces trois équations deviennent

$$c + y = b + x$$
$$a = c + y$$
$$a = b + x$$

De la première de ces équations on tire : $x - y = c - b$;

Digitized by Google

De la seconde, $y = a - c$;

De la troisième, $x = a - b$.

Si nous admettons que la ligne tout entière est construite en fil de fer de 4 millimètres de diamètre, dont la résistance kilométrique bien connue est de 10 ohms, nous trouverons facilement les valeurs en ohms de x et y.

En effet, $a = 20$ kilomètres $= 200$ ohms;
$b = 5$ kilomètres $= 50$ ohms;
$c = 15$ kilomètres $= 150$ ohms.

Alors, $x - y = 150 - 50 = 100$ ohms;
$y = 200 - 150 = 50$ ohms;
$x = 200 - 50 = 150$ ohms.

En plaçant en B une bobine de 150 ohms et en C une bobine de 50 ohms, nous obtiendrons l'équilibre parfait des trois branches du circuit, savoir :

$$a = 200\ \omega$$
$$b = 50 + 150 = 200\ \omega$$
$$c = 150 + 50 = 200\ \omega$$

En raison des types de bobines mis en service, il n'est pas toujours possible de réaliser cet équilibre; on choisit alors, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les bobines dont les résistances se rapprochent le plus des résistances indiquées par le calcul.

Presque toujours les lignes se dirigeant du point de bifurcation vers les bureaux municipaux sont construites en fil de fer d'un diamètre plus faible que celui de la ligne commune. La résistance kilométrique de ces conducteurs est évidemment plus forte que celle du tronçon principal, et il convient d'en tenir compte dans le calcul des résistances additionnelles à placer dans les bureaux.

Il suffit, pour calculer la résistance kilométrique du fil de 3 millimètres, de la rapporter à la résistance connue du fil de 4 millimètres.

Un fil de fer de 3 millimètres a pour section 7,07 millimètres carrés; la section du fil de 4 millimètres est de 12,57 millimètres carrés. Les résistances étant en raison inverse des sections, on a, en appelant R la résistance du fil de 3 millimètres cherchée et R′ la résistance connue du fil de 4 millimètres :

$$\frac{R}{R'} = \frac{12.57}{7.07}$$

Digitized by Google

On sait que $R' = 10$,

$$\text{donc } R = \frac{12.37 \times 10}{7.07} = \frac{123.7}{7.07} = 17,77$$

Communications électriques. — Le commutateur K_1 (fig. 93) permet de mettre à volonté le fil de ligne en relation avec le rappel ou avec le manipulateur.

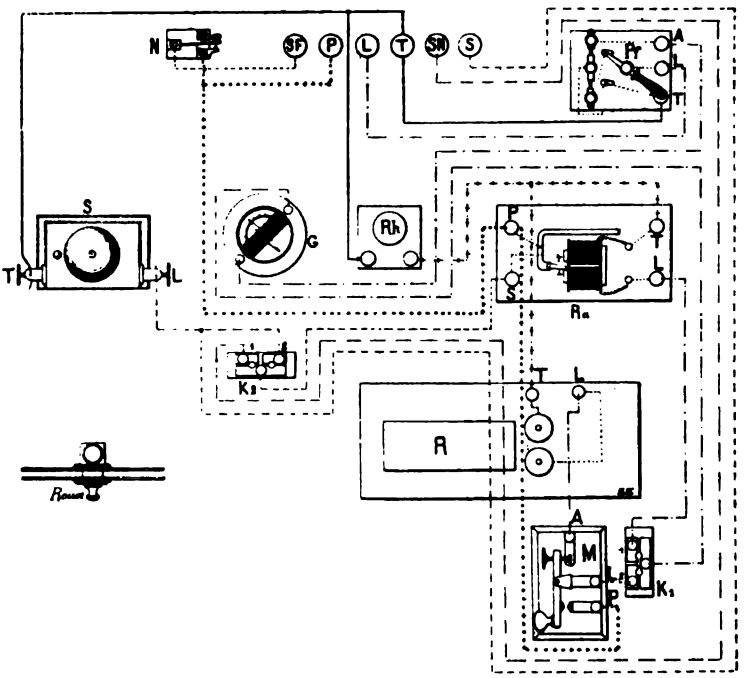


Fig. 93. — Communications intérieures d'un poste municipal.

Le commutateur K_2 établit la communication avec la sonnerie placée dans la boîte ou avec une sonnerie de nuit, installée dans la chambre à coucher du télégraphiste.

Six bornes sont disposées sur la paroi verticale de la caisse; elles portent les indications SF, P, L, T, SN, S.

La borne SF reçoit un fil conduisant à la sonnerie installée au domicile du facteur. Pour appeler cet agent, il suffit d'appuyer sur un petit manipulateur N placé à gauche, au-dessus de la sonnerie, ou bien sur un bouton analogue à ceux que l'on emploie dans les appartements.

Digitized by Google

Ce bouton met en communication, par la pression du doigt, deux lames reliées, l'une à la sonnerie, l'autre à la pile. La sonnerie du facteur est déjà en communication avec la terre, ce qui lui permet de fonctionner lorsque les deux lames du bouton sont pressées l'une contre l'autre; mais comme le fil qui relie la maison du facteur est aérien et qu'il a généralement une certaine étendue, pour prévenir les accidents qui pourraient résulter d'une décharge atmosphérique pendant un orage, on a jugé prudent de mettre également ce fil en communication avec le sol, dans l'intérieur même de la station; à cet effet, le bouton d'appel communique, à l'état de repos, avec le fil de terre du bureau municipal, de telle sorte que le fil qui relie le bureau au domicile du facteur est à la terre par ses deux extrémités.

Les bornes P, L, T sont respectivement reliées à la pile, à la ligne, à la terre. Enfin, SN communique avec la sonnerie de nuit et S avec une autre sonnerie, située dans la pièce où se tient habituellement le télégraphiste.

A part le rappel par inversion de courant qui, en réalité, n'est qu'un relais de sonnerie polarisé, l'installation intérieure du poste ne diffère pas de celle des postes extrêmes, et il est facile d'en suivre les communications sur la figure 93.

Installation des postes extrêmes desservis par plusieurs conducteurs. — L'installation d'un poste extrême desservi par plusieurs conducteurs n'est, par le fait, que la réunion de plusieurs postes desservis par un seul conducteur; les dispositions de la figure 88 sont répétées autant de fois sur les tables qu'il entre de conducteurs dans le poste. Quelquefois cependant, il est avantageux, dans un but d'économie, de faire desservir plusieurs fils par un même appareil; on adopte alors les dispositions suivantes (fig. 94), que nous retrouverons dans les postes intermédiaires.

Les lignes A et B, après avoir traversé des paratonnerres à pointes mobiles, arrivent sur la table de manipulation.

La ligne A aboutit à la borne L du paratonnerre à une bobine sans pointes PA, la borne A de cet instrument est réunie à la borne 1 du commutateur rond CA et la borne T à la terre.

Les communications de la ligne B sont les mêmes, savoir : ligne B avec la borne L du paratonnerre à une bobine sans pointes PB, borne A de cet instrument avec 1 de CB, borne T à la terre.

Les commutateurs ronds CA, CB sont reliés :

CA borne 2 avec CB borne 2;

CA borne 3 avec SA (sonnerie ou parleur) borne L;

Digitized by Google

CB borne 3 avec SB (sonnerie ou parleur) borne L;
CA borne 4 avec CB borne 4.

Les bornes T des sonneries ou des parleurs sont à la terre.

Sur le fil CA2 CB2 vient se greffer un conducteur qui aboutit au galvanomètre G, le traverse et arrive à la borne L du manipulateur.

Ce dernier communique, comme d'habitude, par sa borne P avec la pile, par sa borne A avec la borne L du récepteur dont la borne T est à la terre,

Suivant la position donnée aux manettes des commutateurs ronds, on peut obtenir les combinaisons suivantes :

CA, manette sur 2; — Ligne A sur appareil;
CB, manette sur 3; — Ligne B sur sonnerie;
CA, manette sur 3; — Ligne A sur sonnerie;
CB, manette sur 2; — Ligne B sur appareil;
CA, manette sur 4; } Lignes A et B en communication directe.
CB, manette sur 4; }

Les commutateurs des paratonnerres à bobine sans pointe PA, PB permettent de mettre à volonté à la terre les lignes A et B.

Il est bien entendu que la pile et le fil de terre sont installés dans les conditions ordinaires.

Les conducteurs A et B sont souvent de longueur assez différente pour qu'il soit nécessaire de proportionner l'intensité du courant au chemin qu'il doit parcourir.

Un commutateur rond K, placé près du manipulateur, permet d'exécuter instantanément cette opération. Nous avons vu, en traitant de la pile, que, si dans une pile de 50 éléments, dont le pôle négatif est à la terre, on place des lames de cuivre ou de charbon (suivant la nature de la pile) dans le 10e, le 20e, etc..., vase, on constitue des piles de 10, 20, etc..., éléments.

Si les fils métalliques attachés à ces lames sont amenés aux boutons *a*, *b* du commutateur K, on pourra. en déplaçant la manette, mettre indifféremment le manipulateur en relation avec une pile de 10 ou de 20 éléments. Ainsi, pour travailler avec la ligne la plus longue, B, par exemple, le commutateur aura la position K*b*; on lui donnera, au contraire, la direction K*a* pour transmettre sur la ligne A.

Postes intermédiaires. — Les postes intermédiaires peuvent être installés de différentes façons.

Soit AB une ligne télégraphique desservant deux localités A et B; soit aussi C une localité intermédiaire située sur le parcours de cette ligne et desservie par le même fil conducteur AB.

Digitized by Google

A et B sont des postes extrêmes, C sera un poste intermédiaire; mais il est à peu près certain que l'emplacement C ne se trouvera pas précisément sur la direction du conducteur AB; il faudra donc amener ce conducteur dans l'intérieur du poste C.

Plusieurs cas se présentent :

1° On peut souder sur le conducteur AB un fil qui aboutira au poste C; on a installé une *dérivation;* le poste C est *monté en dérivation.* Dans ce cas, l'installation du poste C est celle d'un poste extrême desservi par un seul conducteur.

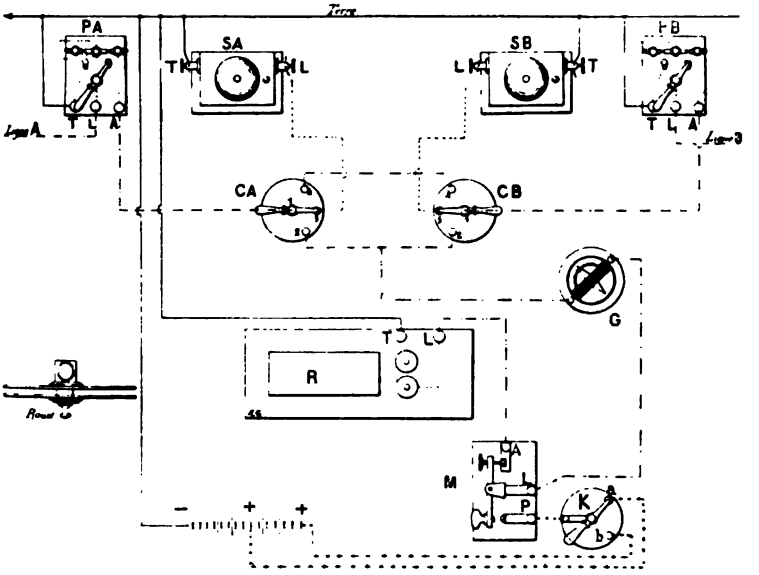


Fig. 94. — Poste extrême desservi par deux conducteurs.

2° On peut, en un point D de la ligne, couper le conducteur AB et amener jusqu'au poste C, par des fils distincts, les deux sections AD et DB.

Ici, le poste C peut être monté de deux façons; on peut l'installer d'une manière analogue à celle que représente la figure 94; c'est alors un *poste intermédiaire à deux directions;* on peut l'agencer de telle sorte que les deux tronçons de la ligne se rejoignent à travers les bobines du récepteur, ou, en d'autres termes, que le conducteur AB traverse les bobines du récepteur; on dit alors que le poste est *embroché.*

Installation d'un poste intermédiaire à deux directions. — Cette installation est à peu près la même que celle d'un poste

Digitized by Google

extrême monté pour desservir deux conducteurs avec un seul appareil (fig. 94).

Lorsque le poste intermédiaire établit la communication directe entre les deux lignes A et B qu'il dessert, il est avantageux pour lui de pouvoir suivre le travail de ces lignes et de savoir à quel moment il peut rentrer dans le circuit. Alors, presque toujours, sur le trajet du fil 4-4 qui réunit les commutateurs CA, CB (fig. 94), on intercale un galvanomètre et un parleur qui répète toutes les transmissions directes échangées entre A et B.

Installation d'un poste intermédiaire embroché. — Le montage de ces postes intermédiaires est représenté par la figure 95.

Dans le poste embroché C, le côté B de la ligne aboutit à un paratonnerre à pointes mobiles P*m*, arrive au paratonnerre à une bobine sans pointes P*f*, traverse le galvanomètre G et s'attache à la borne L du manipulateur.

La borne P du manipulateur reçoit le fil de pile (pôle positif), la borne A est réunie à la borne L du récepteur, la borne T de cet appareil communique avec le bouton A du paratonnerre à bobine sans pointes P*f'* et reçoit en outre le pôle négatif de la pile.

La section A de la ligne arrive à la borne L du paratonnerre à bobine sans pointes P*f'*, après avoir traversé un paratonnerre à pointes mobiles P*m'*; les bornes T des paratonnerres sont, bien entendu, reliées à la terre.

Tous les récepteurs de la ligne fonctionnent à la fois, excepté celui du poste qui transmet; ainsi, si nous supposons trois postes A, B, C (fig. 95) dont deux extrêmes A, B et le troisième C embroché :

1° A transmet :

C et B reçoivent simultanément; le courant venant de A traverse les bobines des récepteurs de C et de B et s'écoule dans la terre au poste B;

2° B transmet :

C et A reçoivent simultanément, le courant venant de B traverse les bobines des récepteurs de C et de A et s'écoule dans la terre au poste A;

3° C transmet :

Les deux lignes A et B sont parcourues par le courant de la pile de C, les récepteurs fonctionnent ensemble, et le circuit est fermé par la terre en A et en B.

La régularité des transmissions sur un réseau de postes embrochés est subordonnée à diverses conditions d'installation.

Digitized by Google

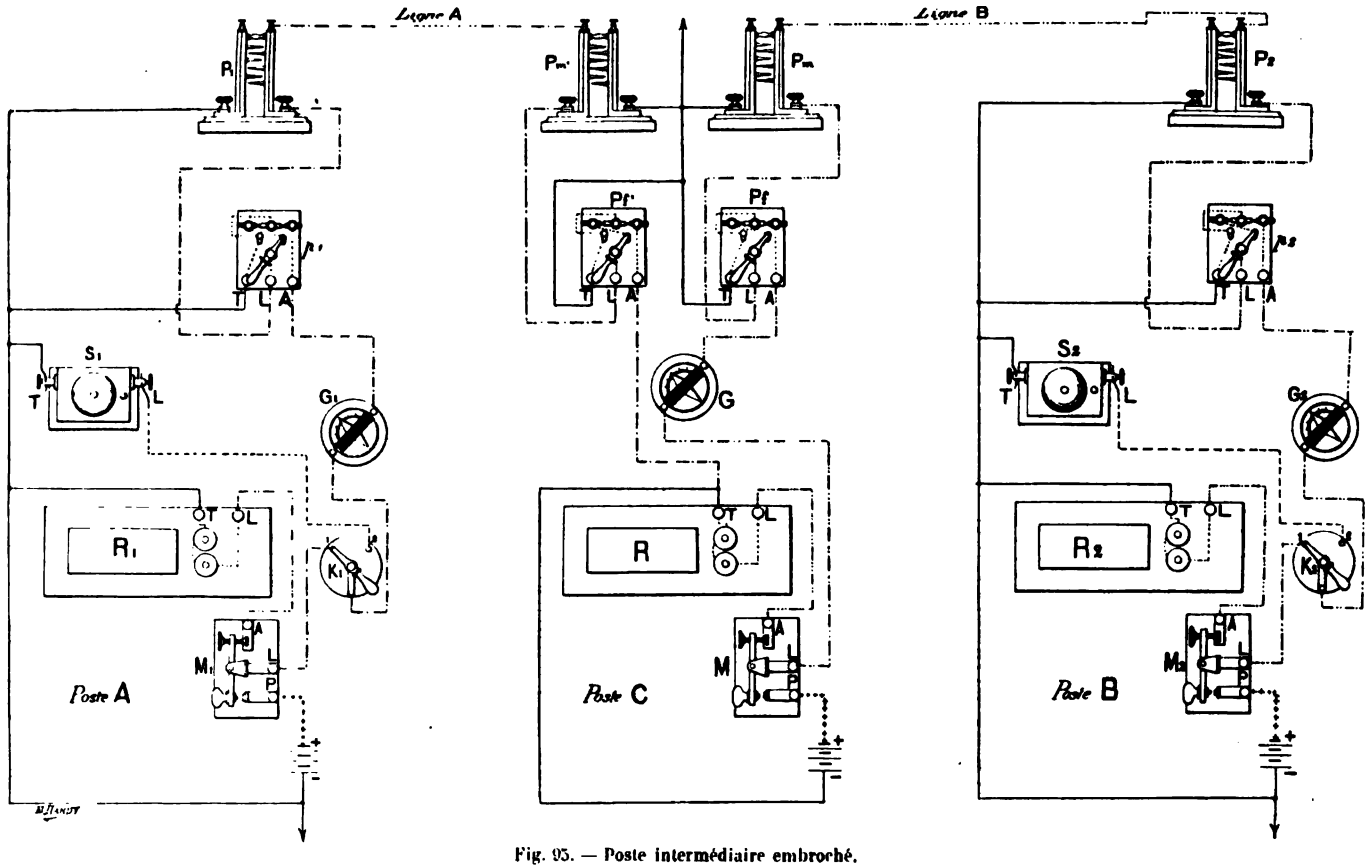


Fig. 95. — Poste intermédiaire embroché.

Digitized by Google

Il faut notamment, pour éviter les réglages continuels, que l'intensité du courant soit la même sur tous les points du circuit. Il en résulte que la résistance des bobines des récepteurs, ainsi que la force électro-motrice et la résistance des piles, doivent être les mêmes dans tous les postes. Il faut donc que chacun des postes du circuit fasse usage de piles semblables renfermant un nombre égal d'éléments semblablement groupés.

Le fonctionnement d'un système de postes embrochés exige d'ailleurs beaucoup de soin de la part du personnel chargé de l'exploiter.

Installation de deux postes extrêmes avec un relais dans une station intermédiaire. — Les deux postes extrêmes A et B (fig. 96) sont installés comme des postes simples; le relais est disposé au poste intermédiaire C. La section de ligne A est attachée à la borne L du relais qui, dans le cas que nous considérons, est un relais Froment. La section de ligne B est attachée à la borne L'. La pile correspondant à la ligne A est reliée à la borne P, la pile correspondant à la ligne B est reliée à la borne P'. Les bornes T, T' sont à la terre. Il suffit de se reporter à ce que nous avons dit dans le chapitre des appareils accessoires (relais Froment) pour comprendre facilement la marche des courants entre les trois postes.

Le réglage des relais Froment, analogue à celui des récepteurs Morse, est un peu plus délicat; il est en effet nécessaire que les contacts des armatures avec les vis des colonnes de translation soient bien assurés, puisque c'est par là que passe le courant.

Translation. — Le montage des appareils Morse en translation a pour objet de transformer des récepteurs Morse en véritables relais; ainsi, si deux postes sont, dans un même bureau, appelés à desservir deux lignes A et B, aboutissant à des stations différentes, il est possible, au moyen d'une installation spéciale, d'utiliser ces appareils comme relais entre les deux stations extrêmes.

Les fils, en entrant dans le poste, suivent, jusqu'aux commutateurs bavarois (fig. 97) le trajet que nous connaissons déjà, et sur lequel nous n'insisterons pas; ils traversent des paratonnerres et des galvanomètres. Au-delà des commutateurs l'installation devient double, l'une permettant de travailler isolément avec la ligne A ou avec la ligne B, l'autre servant à établir la translation.

Les bornes A des commutateurs bavarois sont reliées aux bornes L des manipulateurs M, M', les bornes de ces instruments sont réunies aux bornes L des récepteurs R, R' dont les bornes T

Digitized by Google

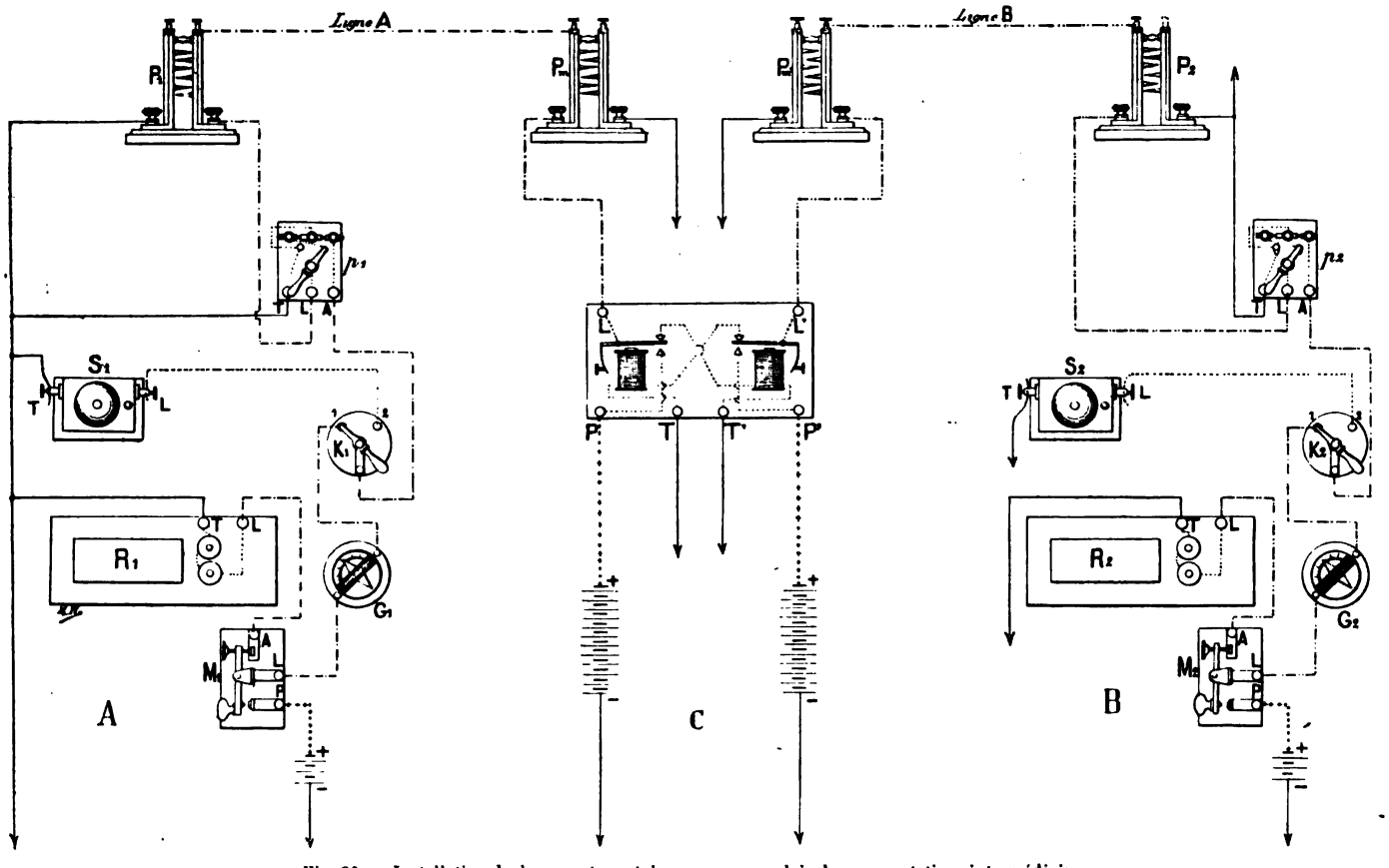


Fig. 90. — Installation de deux postes extrêmes avec un relais dans une station intermédiaire.

Digitized by Google

sont à la terre; aux bornes P des manipulateurs aboutissent les fils de pile. Cette installation, qui n'est autre que celle de deux postes extrêmes séparés, permet de travailler à volonté avec A et avec B.

Chacune des bornes T^n des commutateurs communique avec la borne M du récepteur opposé. Des fils partant des bornes I de chaque récepteur vont se greffer sur la communication AL du poste opposée; enfin, la pile du poste de droite est reliée à la borne P du récepteur de gauche et la pile du poste de gauche aboutit à la borne P du récepteur de droite.

Lorsque les chevilles des commutateurs unissent les plots K et T^n, un courant venant de la ligne A traverse le commutateur K, vient à la borne M du récepteur R^1 et se répand à travers le massif de ce récepteur. Le fil des bobines du récepteur R^1 n'étant traversé par aucun courant, l'armature s'appuie sur la vis supérieure de la colonne de translation, et, par conséquent, communique avec la borne I; le courant venant de la ligne A n'a pas d'autre issue que cette borne. C'est par là qu'il gagne la borne L du manipulateur M. Ce manipulateur étant au repos, le courant ressort par la borne A, traverse les bobines de l'électro-aimant du récepteur R et s'écoule à la terre. Dans ces conditions, le récepteur R fonctionne, l'armature est attirée et se met en contact avec la vis inférieure de la colonne de translation communiquant, par la borne P, avec la pile du poste opposé; le courant de cette pile passe, par l'intermédiaire de l'armature, dans le massif du récepteur R, en sort par la borne M, s'achemine sur la ligne B et finalement arrive au poste situé à l'extrémité de cette ligne, fait fonctionner son récepteur et se perd à la terre. Un courant venant de la ligne B aurait des effets analogues, et il suffit de suivre les communications du poste pour s'en rendre compte. En résumé, lorsque A transmet, l'appareil de droite fonctionne et distribue sur la ligne B le courant de la pile du poste de gauche, tandis que lorsque B transmet, c'est l'appareil de gauche qui est actionné et envoie sur la ligne A le courant de la pile du poste de droite.

On voit, en examinant la figure 97, que la pile rattachée au manipulateur de gauche communique aussi avec le récepteur de droite et que la pile du manipulateur de droite aboutit au récepteur de gauche. Cette inversion est indispensable pour que les mêmes lignes soient toujours parcourues par les mêmes courants qu'elles soient ou non en translation. On évite ainsi d'avoir à régler les récepteurs chaque fois qu'on passe de la translation à la communication simple, et réciproquement.

Digitized by Google

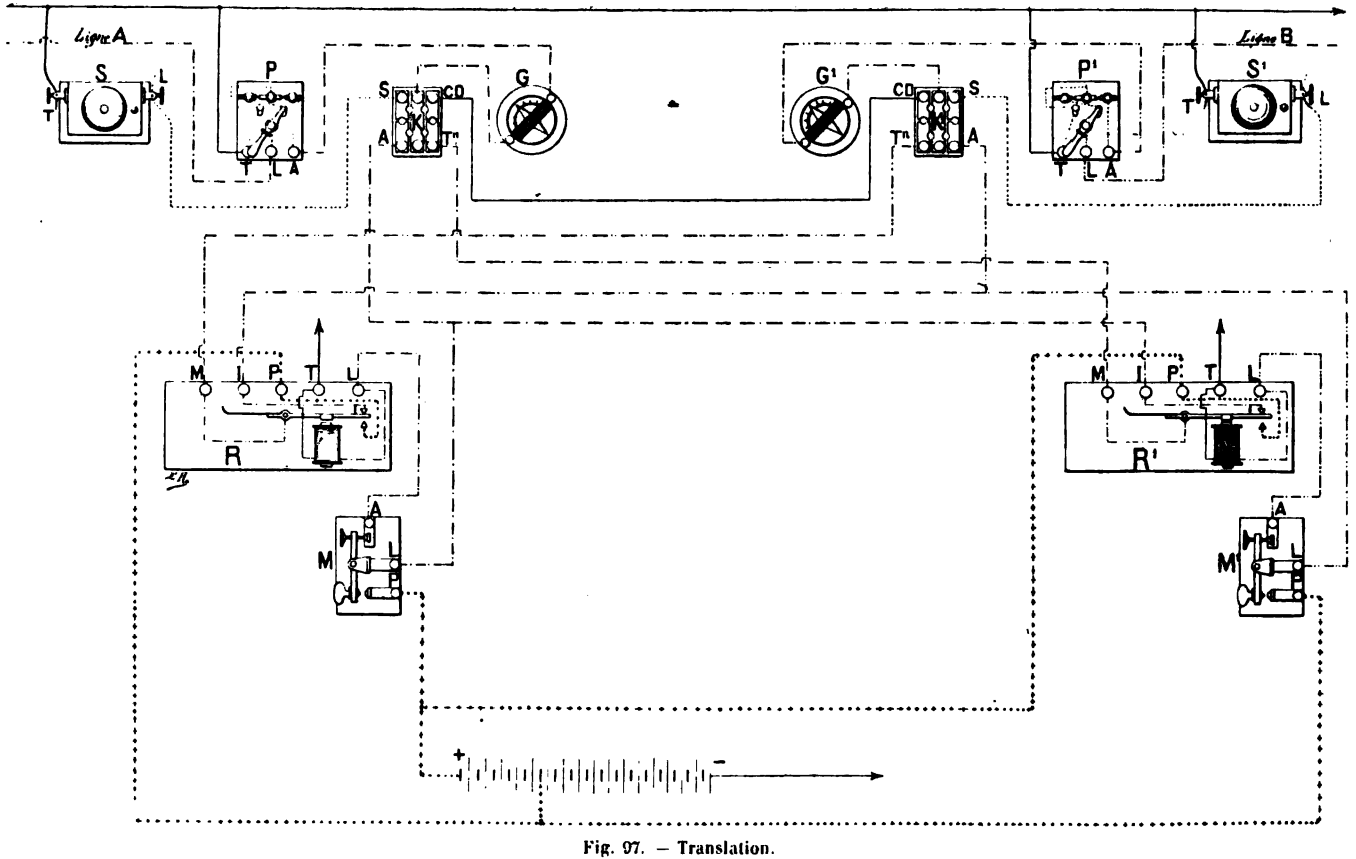


Fig. 97. — Translation.

Digitized by Google

En effet, si le poste intermédiaire place les chevilles de ses commutateurs entre les plots K, A, ce qui correspond au travail avec A et avec B séparément, la pile de droite dessert la ligne A et la pile de gauche la ligne B ; si on établit la translation en mettant les chevilles des commutateurs entre les plots K, T^n, on voit que c'est encore la pile de droite qui dessert la ligne A et la pile de gauche qui est affectée à la ligne B.

La différence entre la longueur de ces lignes est souvent assez sensible pour nécessiter l'emploi d'une pile très énergique pour l'une, tandis qu'un faible courant suffit pour l'exploitation de l'autre ; on ne saurait donc, sans inconvénient, modifier l'affectation de ces piles.

Dans le montage en translation, le poste intermédiaire peut toujours, sans modifier son installation, appeler les postes A et B et s'entretenir avec eux.

Pour appeler A, on emploie le manipulateur M, ou bien on frappe avec le doigt sur l'armature du récepteur R^1 ; pour causer avec B, on utilise le manipulateur M^1 ou l'armature du récepteur R.

On a construit pour les installations en translation des manipulateurs spéciaux portant sur leur socle un commutateur à cheville et dispensant de l'emploi des commutateurs.

Installation des grands bureaux. — Les grands bureaux sont presque toujours à la fois des postes extrêmes et des postes intermédiaires. Le nombre souvent considérable des fils qui y aboutissent rend indispensables certaines dispositions d'ordre, destinées à faciliter les changements qu'il pourrait être utile d'effectuer dans les communications intérieures, car il n'est pas admissible que chacun des télégraphistes puisse opérer les permutations qu'il juge nécessaires.

A leur entrée dans ces bureaux, les fils traversent des paratonnerres à pointes mobiles, rangés sur une planchette, et sont ensuite reliés à des câbles composés de plusieurs brins de fils de cuivre recouverts de gutta-percha et de coton ; ces câbles pénètrent dans une armoire fermée et quelquefois même dans une salle spéciale dite *chambre des fils*.

Là, les câbles s'étalent sur un vaste commutateur qui prend le nom de *distributeur* ou de *rosace* et dont la forme, ainsi que les dimensions, sont en rapport avec le local.

C'est généralement un panneau de chêne circulaire ou rectangulaire garni de bornes à contre-écrou.

Les fils sont soigneusement étiquetés à leur arrivée sur le distributeur ; il en est de même des fils qui se rendent aux appa-

Digitized by Google

reils. La liaison entre les uns et les autres est assurée par des jarretières flexibles.

Les conducteurs se rendant aux appareils sont disposés parallèlement les uns aux autres sur des planchettes fixées le long des murs; ils y sont retenus, soit par des brides en zinc régulièrement espacées, soit par des cavaliers en fer galvanisé; quelquefois même les câbles sont dissimulés derrière des cymaises.

Une salle spéciale est également affectée au service des piles. Elles y sont groupées dans les conditions indiquées page 69. Les câbles qui doivent les relier aux appareils sont étiquetés; un distributeur analogue à celui dont nous venons de parler est souvent installé sur leur parcours; enfin, ils sont dirigés sur les salles de manipulation, de la même manière que les fils de ligne.

Les tables de manipulation sont montées comme dans les bureaux ordinaires. Les postes sont juxtaposés dans l'ordre le plus favorable au service des transmissions. Il est toujours facile d'ailleurs de modifier, à l'aide du distributeur, les dispositions adoptées, et de placer le fil d'Angers, par exemple, sur l'appareil qui précédemment desservait la ligne de Tours. Les piles peuvent aussi être l'objet de changements analogues, de sorte que les tables de manipulation présentent une installation fixe à laquelle on peut adapter les différentes lignes et les différentes piles du bureau.

Les bornes *terre* des appareils (paratonnerres, récepteurs, parleurs, sonneries) reçoivent des fils soudés à un câble de terre parcourant chaque table. Tous ces câbles sont eux-mêmes réunis en un seul auquel aboutissent les pôles négatifs des piles et qui est ensuite mis en communication avec le sol. Les câbles de terre sont formés d'un certain nombre de fils de cuivre. Nous savons déjà que ces câbles doivent avoir une conductibilité au moins égale à celle de tous les fils arrivant au bureau; si donc ils étaient composés avec des brins de même métal que les fils de ligne ils devraient avoir un diamètre égal à celui de tous ces fils réunis. L'emploi du cuivre qui est six fois plus conducteur que le fer a permis de réduire considérablement leurs dimensions.

Nous avons indiqué déjà les précautions à prendre pour faire communiquer ces câbles avec le sol.

Emploi des tableaux Mandroux. — Nous avons vu précédemment comment un même appareil peut desservir deux conducteurs lorsque le travail fourni par chacun de ces conducteurs n'est pas suffisant pour occuper un télégraphiste. En généralisant cette mesure dans les bureaux qui desservent un grand nombre de conducteurs peu importants, on est arrivé à

Digitized by Google

faire de notables économies de matériel et de personnel, tout en répartissant mieux le travail entre les différents employés.

L'emploi des tableaux dont M. Mandroux est l'inventeur donne une solution très élégante de la question.

Un ou plusieurs tableaux reçoivent les fils de ligne, généralement au nombre de 12 par tableau. Les appareils de transmission, Morse ou autres, sont reliés à ces tableaux, à raison de 5 par tableau, chacun de ces appareils cessant d'être affecté à un conducteur plutôt qu'à un autre.

Chacun des appareils est desservi par un télégraphiste qui n'a plus à quitter sa place et qui transmet ou reçoit les télégrammes qu'on lui présente. Au tableau se tient un agent, un *dirigeur*, qui répartit le travail entre les différents appareils. Si un poste appelle, il lui donne la communication avec un appareil inoccupé; de même, il fait déposer les télégrammes à transmettre sur les appareils inoccupés et les met en relation avec les lignes par lesquelles ces télégrammes doivent être transmis. C'est le dirigeur, en un mot, qui répartit tout le travail des lignes aboutissant à son tableau.

Les tableaux télégraphiques de M. Mandroux ne sont qu'une modification des tableaux téléphoniques du même inventeur. Il en existe de deux sortes : les tableaux pour *lignes simples*, c'est-à-dire pour les lignes qui ne desservent qu'un seul bureau; les tableaux pour *lignes bifurquées*, réservés aux lignes qui, comme les lignes municipales, desservent deux bureaux munis de rappels par inversion de courant.

Tableau pour lignes simples. — Le conjoncteur est formé par trois blocs de laiton A, B, C (fig. 98), isolés l'un de l'autre par une lame d'ébonite E. Un trou *c*, légèrement conique, et destiné à recevoir la fiche de jonction, traverse le bloc A, la lame E et le bloc B.

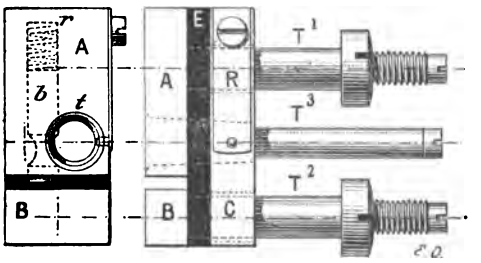


Fig. 98. — Conjoncteur Mandroux pour lignes simples.

Le ressort R, vissé sur le bloc C, porte à son extrémité une goupille qui pénètre librement dans le bloc et vient affleurer à l'intérieur du trou *c*. Cette goupille agit par pression sur la fiche de jonction, lorsque celle-ci est introduite dans le trou *c*, et assure un bon contact entre la fiche et le bloc C.

Digitized by Google

Le contact est assuré, d'une manière analogue, entre la fiche et le bloc A, par une broche *b*, encastrée dans le bloc A; mais la broche *b* joue également un autre rôle. En temps normal, pressée de haut en bas par le ressort à boudin *r*, elle établit la liaison électrique entre le bloc A et le bloc B contre lequel elle s'appuie. Ce n'est que quand une fiche de jonction est introduite dans le trou *c* que la broche *b* abandonne le bloc B, qui reste alors isolé du bloc A. En effet, la broche *b* porte, en regard du trou *c*, une gorge, sorte de plan incliné sur lequel agit la fiche au moment de son introduction dans le trou. Par la pression de celle-ci, la broche *b* est rejetée vers le haut, en comprimant le ressort *r* et abandonne le bloc B pour reprendre contact avec lui dès que la fiche est retirée.

Le conjoncteur est fixé sur un panneau en bois au moyen des tiges T^1, T^2, T^3 vissées respectivement sur les blocs A, B, C. Pincés sous les écrous de ces tiges, les fils de communication sont reliés aux différents blocs, savoir : fil de ligne au bloc A par la tige T^1, fil de l'annonciateur au bloc B par la tige T^2, fil de pile au bloc C par la tige T^3.

Les tiges T^1 et T^3 sont isolées du bloc C par des canons en ivoire.

Fiche de jonction. — La fiche de jonction (fig. 99 et 100) se compose d'une tige centrale en acier *vt*, terminée par un téton en laiton *t;* sur cette tige s'enfilent successivement: une rondelle d'ébonite *m*, un manchon de même matière *i*, une gaine métallique *g*, le premier compartiment d'une boîte en laiton *b*, une bague en ivoire *i'*, un couvercle métallique *b'*, un tube également métallique T, une tête *c;* tout ce système est assemblé en *v* par une vis à tête fraisée.

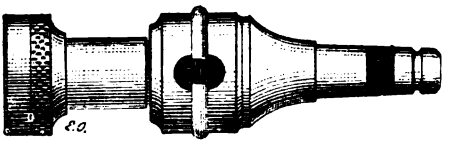


Fig. 99. — Fiche de jonction.

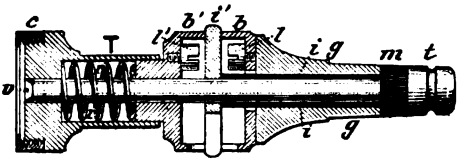


Fig. 100. — Fiche de jonction (coupe).

Un ressort à boudin, emprisonné dans le tube T, assure une certaine élasticité aux parties mobiles et permet notamment aux boîtiers *b*, *b'* et à la rondelle *i'* de tourner autour de *vt* qui leur sert d'axe. Sous la vis *l'* est pincé l'un des fils d'un cordon souple à double conducteur; ce fil communique donc avec la

Digitized by Google

tige *vt;* le second conducteur du cordon souple est pincé sous la vis *l* et se trouve, par conséquent, relié au manchon *g*. On comprend facilement que lorsque la fiche est enfoncée dans le trou du conjoncteur, la tige *vt* est en relation avec le bloc C communiquant avec la pile, et le manchon *g* avec le bloc A communiquant avec la ligne. Les parties *b*, *i'*, *b'* de la fiche étant mobiles, les conducteurs attachés aux vis *l*, *l'* ne subissent aucune torsion pendant les manœuvres de la fiche.

La tête de la fiche est garnie d'une étiquette en tôle émaillée portant un numéro.

Annonciateur pour lignes simples. — L'annonciateur (fig. 101)

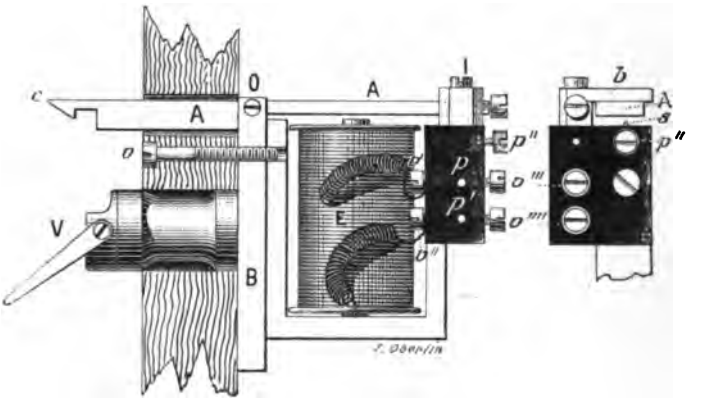


Fig. 101. — Annonciateur pour lignes simples.

se compose d'un électro-aimant monté sur un bâti B, assujetti au panneau du tableau par la vis *v*. La bobine unique de l'électro-aimant a 500 ohms de résistance. L'armature A, montée sur les pointes de deux vis O, traverse le panneau du tableau, se prolonge en avant et se termine par le crochet *c* qui soutient le volet V. Les deux bras de levier de l'armature sont calculés de telle sorte que le poids de *c*O soit suffisant pour maintenir l'armature appliquée contre la butée *b* sans l'intervention d'un ressort antagoniste.

Si l'armature vient à être attirée, elle se rapproche du noyau de l'électro-aimant E et laisse échapper le volet V qui tombe, en démasquant le numéro de la ligne qui a appelé.

Les deux extrémités du fil de la bobine communiquent par les vis *v'*, *v''* à deux plots *p* et *p'* noyés dans un bloc d'ébonite, vissé sur le bâti, et par conséquent isolés l'un de l'autre. A ces

Digitized by Google

plots p et p' aboutissent aussi, par les vis v'' et v''', le fil de ligne et un fil communiquant avec le massif qui, lui-même, est en relation permanente avec la terre.

Enfin, en s, se trouve un contact platiné sur lequel vient s'appuyer l'armature A lorsqu'elle est attirée. Par l'intermédiaire du plot p'', ce contact s est relié à la sonnerie du bureau.

Si cette dernière est reliée au pôle positif d'une pile locale dont le pôle négatif est à la terre, on voit que son circuit est fermé toutes les fois que l'armature est attirée, puisque l'armature prend contact avec la pièce s et que, faisant elle-même partie du massif de l'annonciateur, elle a une communication permanente avec la terre.

Montage et fonctionnement du tableau. — Quel que soit le nombre des lignes aboutissant au tableau et celui des appareils qui les desservent, le montage de ce tableau résulte de la juxtaposition des organes élémentaires que nous avons décrits, l'assemblage de ces organes constituant un groupe correspondant à une ligne déterminée et à un appareil quelconque. En étudiant séparément un de ces groupes, on comprendra facilement le fonctionnement du tableau dans son ensemble.

Dans un tableau pour 12 lignes, comme la plupart de ceux qui sont actuellement en service (fig. 102), les 5 fiches de jonction, numérotées de 1 à 5, sont placées dans des trous de repos. Les cordons souples de ces fiches pénètrent à l'intérieur du tableau, passent sur des poulies, supportent des contre-poids à poulie qui les maintiennent tendus, et finalement leurs conducteurs, séparés et garnis de ferrets, viennent s'attacher sous les bornes placées sur la face supérieure du tableau, bornes qui communiquent deux à deux avec les appareils de transmission.

Au-dessous des fiches, et disposés sur deux rangées, sont les conjoncteurs numérotés de 1 à 12, et portant chacun une étiquette sur laquelle est inscrit le nom du bureau correspondant; plus bas, également sur deux rangées, les annonciateurs; enfin, sur une seule ligne, au bas du tableau, les 12 bornes qui reçoivent les fils de ligne.

La borne *terre* et la borne *sonnerie* sont placées sur la planchette supérieure, en arrière des bornes d'appareils reliées aux cordons souples. La borne *terre* est reliée au massif de tous les annonciateurs, la borne *sonnerie* à tous les contacts platinés s (plots p'').

Dans chaque groupe (fig. 103), le fil de ligne arrive à la borne L, réunie à la tige t^1 du conjoncteur; de la tige t^2 part

Digitized by Google

un fil de liaison qui aboutit à l'entrée du fil de la bobine de l'annonciateur (plot p), la sortie de la bobine (plot p') étant, comme nous l'avons dit plus haut, réunie au massif qui lui-même

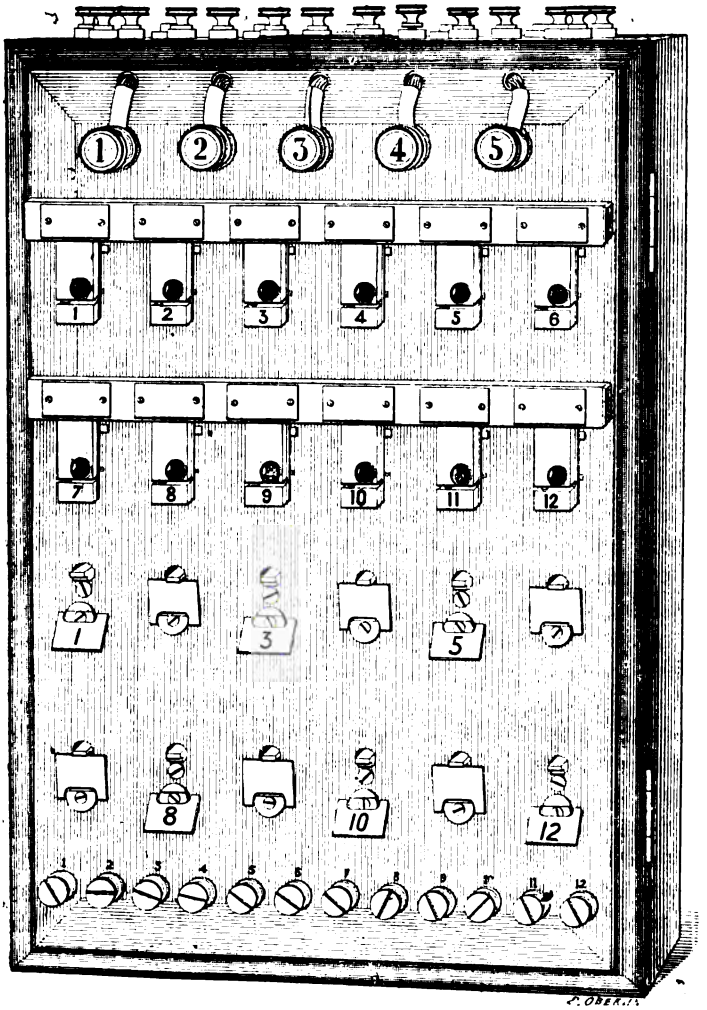


Fig. 102. — Tableau télégraphique Mandroux pour lignes simples.

est à la terre par la borne T. Le contact platiné de l'annonciateur, contact sur lequel s'appuie l'armature lorsqu'elle est attirée (contact s et plot p'' de la fig. 101), est réuni, par la borne S, à la borne 2 de la sonnerie S^1, la borne 1 de cette

Digitized by Google

sonnerie communiquant avec le pôle positif de la pile P¹, à la terre par son pôle négatif.

La tige t^3 du conjoncteur reçoit le fil venant de la pile de ligne P.

Les deux conducteurs du cordon souple correspondent : le fil 1 au manchon de la fiche F et à la borne *l* du manipulateur, le fil 2 au téton de la fiche F et à la borne *p* du manipulateur; ce dernier est relié au récepteur dans les conditions ordinaires.

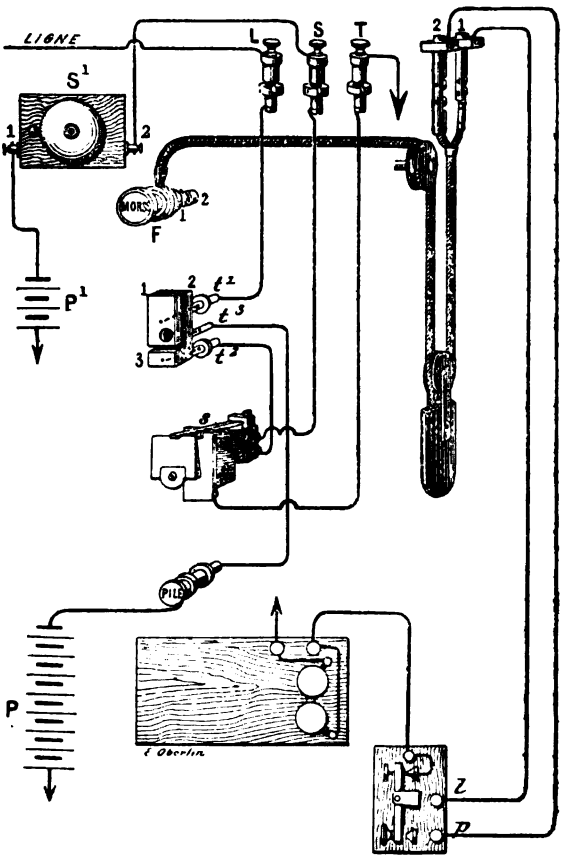


Fig. 103. — Groupe élémentaire d'un tableau Mandroux pour lignes simples.

Lorsque le poste desservi par la ligne L appelle, son courant passe en L, t^1, *bloc* 1, *bloc* 3, t^2, *bobine de l'annonciateur*, *terre*. L'armature de l'annonciateur est attirée, le volet tombe et laisse le numéro de l'annonciateur démasqué, jusqu'à ce que le volet soit relevé à la main. L'armature attirée ferme le circuit local de la sonnerie S¹ par P¹, 1, S¹, 2, S, *armature* et *contact platiné (s)*, T, *terre*.

Le télégraphiste préposé au tableau prend une des fiches libres, c'est-à-dire une des fiches placées dans un trou de repos et l'enfonce dans le conjoncteur. Cette fiche correspond évidemment à un appareil inoccupé qui est ainsi mis en relation avec la ligne qui a appelé. Mais, il est à remarquer que la pile P

Digitized by Google

reliée à la tige t^3 est montée spécialement pour desservir la ligne reliée au conjoncteur, et rien que cette ligne. L'introduction de la fiche F dans le conjoncteur a un triple effet : 1° mettre en relation avec la ligne de ce conjoncteur un appareil quelconque; 2° amener à cet appareil la pile propre à la ligne qui a appelé; 3° mettre l'annonciateur hors circuit.

En effet, la ligne arrive à la borne *l* du manipulateur par L, t^1, *bloc* 1 et *conducteur* 1 du cordon souple; la pile arrive à la borne *p* par P, t^3 *bloc* 2, *conducteur* 2 du cordon souple.

De même, s'il y a lieu de transmettre des télégrammes de départ sur la ligne L, le dirigeur choisit une fiche inoccupée et met ainsi un appareil en communication avec la ligne L, et en même temps donne à cet appareil la pile affectée à la ligne L.

En résumé, avec cette disposition, les appareils n'ont plus ni ligne, ni pile qui leur soient spécialement affectées, mais chaque ligne a une pile qui lui est propre et que l'on met en relation avec un appareil quelconque, en même temps que la ligne elle-même.

Tableaux pour lignes bifurquées. — Les tableaux pour lignes bifurquées ne diffèrent des tableaux pour lignes simples que par les conjoncteurs et par les annonciateurs; les fiches et leur mode de liaison sont identiques dans les deux tableaux.

Il s'agit, ne l'oublions pas, d'appeler deux bureaux placés sur le même conducteur et pourvus de rappels par inversion de courant; il est donc indispensable, pour chaque ligne, de faire usage de deux piles montées en sens contraire et affectées chacune à l'un des bureaux de la ligne. Il est nécessaire aussi de savoir quel est celui des deux bureaux qui appelle. De là les modifications apportées au conjoncteur et à l'annonciateur.

Conjoncteur pour lignes bifurquées. — Ce conjoncteur comprend quatre blocs de laiton A, B, C, D (fig. 104) isolés les uns des autres par les lames d'ébonite E, E'. En *t* et *t'* sont pratiqués, dans le bloc A, deux trous qui traversent la plaque d'ébonite E et se continuent, le premier à travers le bloc C, le second à travers le bloc D. Ces trous, destinés à recevoir la fiche de jonction, sont coniques, comme la fiche elle-même. Les blocs C et D sont garnis de ressorts R et R' semblables au ressort du conjoncteur pour lignes simples et remplissant le même rôle. De même, une broche *b*, pressée par le ressort à boudin *r*, assure, en temps normal, la communication entre le bloc A et le bloc B; mais cette broche porte deux évidements *p*, *p'* situés en regard des trous *t* et *t'*, dans les mêmes conditions que pour le conjoncteur pour lignes simples, de telle sorte que, en intro-

Digitized by Google

duisant la fiche de jonction dans le trou t ou dans le trou t', la broche b est soulevée. La communication est alors rompue entre le bloc A et le bloc B.

La tige T^1 traverse le bloc C, dont elle est isolée par un canon en ivoire, pour visser dans le bloc A; la tige T^2 traverse le bloc D, dont elle est isolée par un manchon en ivoire, pour visser dans le bloc B. Les tiges T^1, T^2, servent à fixer le conjoncteur sur le tableau au moyen des écrous de serrage T^1, T^2, mais elles reçoivent aussi des fils de communication; le fil de ligne est serré sous la vis v de la tige T^1, le fil de l'annonciateur sous la vis v de la tige T^2.

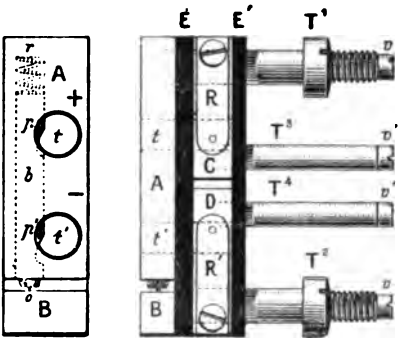


Fig. 104. — Conjoncteur pour lignes bifurquées

Le pôle positif d'une pile communique par la vis v' à la tige T^3, vissée dans le bloc C; le pôle négatif d'une autre pile communique par la vis v' à la tige T^4, vissée dans le bloc D.

De ce qui précède, il résulte que :

1° Lorsque la fiche de jonction est enfoncée dans le trou t, son manchon est en relation avec la ligne et son téton avec le pôle positif d'une pile dont l'autre pôle est à la terre;

2° Lorsque la fiche de jonction est enfoncée dans le trou t', son manchon est en relation avec la ligne et son téton avec le pôle négatif d'une pile dont l'autre pôle est à la terre.

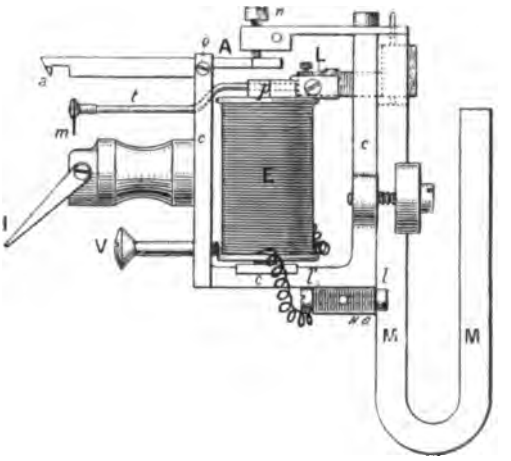


Fig. 105. — Annonciateur pour lignes bifurquées.

Annonciateur pour lignes bifurquées. — L'électro-aimant E de l'annonciateur pour lignes bifurquées (fig. 105) est à deux bobines,

Digitized by Google

chacune d'elles ayant une résistance de 250 ohms. Cet électro-aimant est monté sur un cadre en laiton *ccc* que la vis V assujettit sur le panneau en bois du tableau. Comme dans le tableau pour lignes simples, l'armature A, montée à pivot sur les vis *o*, retombe en avant par son propre poids et, par le crochet *a*, maintient le volet I. La vis de butée *n* limite la course de l'armature A. Sur la face postérieure du bâti *ccc* est vissé un fort aimant en fer à cheval MM. Sur l'un des pôles de l'aimant est articulée une pièce de fer doux L (fig. 106), polarisée par l'aimant et terminée par un indicateur très léger composé d'une tige en aluminium *t* et d'une petite lame de laiton *m*. L'ensemble de ce système se déplace entre les pièces polaires *pp* de l'électro-aimant E, de droite à gauche ou de gauche à droite, suivant le sens du courant qui traverse les bobines; en se déplaçant, la lame *m* masque ou laisse apercevoir l'un des signes (+) ou (—) gravés sur les bords de l'annonciateur.

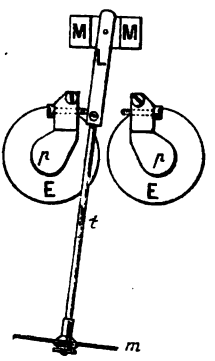


Fig. 106. — Indicateur de l'annonciateur pour lignes bifurquées.

L'entrée des bobines de l'électro-aimant E est reliée au conjoncteur du même groupe et par lui au fil de ligne au moyen des vis *l' l*, mordant dans un plot noyé dans l'ébonite. La sortie des bobines est réunie au massif *ccc* qui, lui-même, est en communication permanente avec la terre.

Au moment de l'appel, l'armature A est attirée et dégage le volet qui, tombant par son propre poids, démasque le numéro de la ligne qui a appelé. Mais, dans son mouvement de bascule, la partie antérieure de l'armature rencontre la pointe d'une vis et ferme ainsi, comme nous le verrons plus loin, le circuit local d'une sonnerie.

Montage et fonctionnement du tableau pour lignes bifurquées. — La figure 107 montre la disposition d'ensemble d'un tableau pour 12 lignes bifurquées, soit 24 postes, desservis par 5 appareils. Sur la planchette supérieure sont rangées, par paires, les bornes reliant les cordons souples aux appareils de transmission, la borne *terre* et la borne *sonnerie*. Plus bas, les 5 fiches dans leurs trous de repos. Viennent ensuite deux rangées de conjoncteurs de lignes, numérotés de 1 à 12, et portant les indications + et — au-dessus des trous dans lesquels doivent être enfoncées les fiches de jonction. Immédiatement au-dessous, on voit les deux rangées d'annonciateurs, également numérotés de 1 à 12.

Digitized by Google

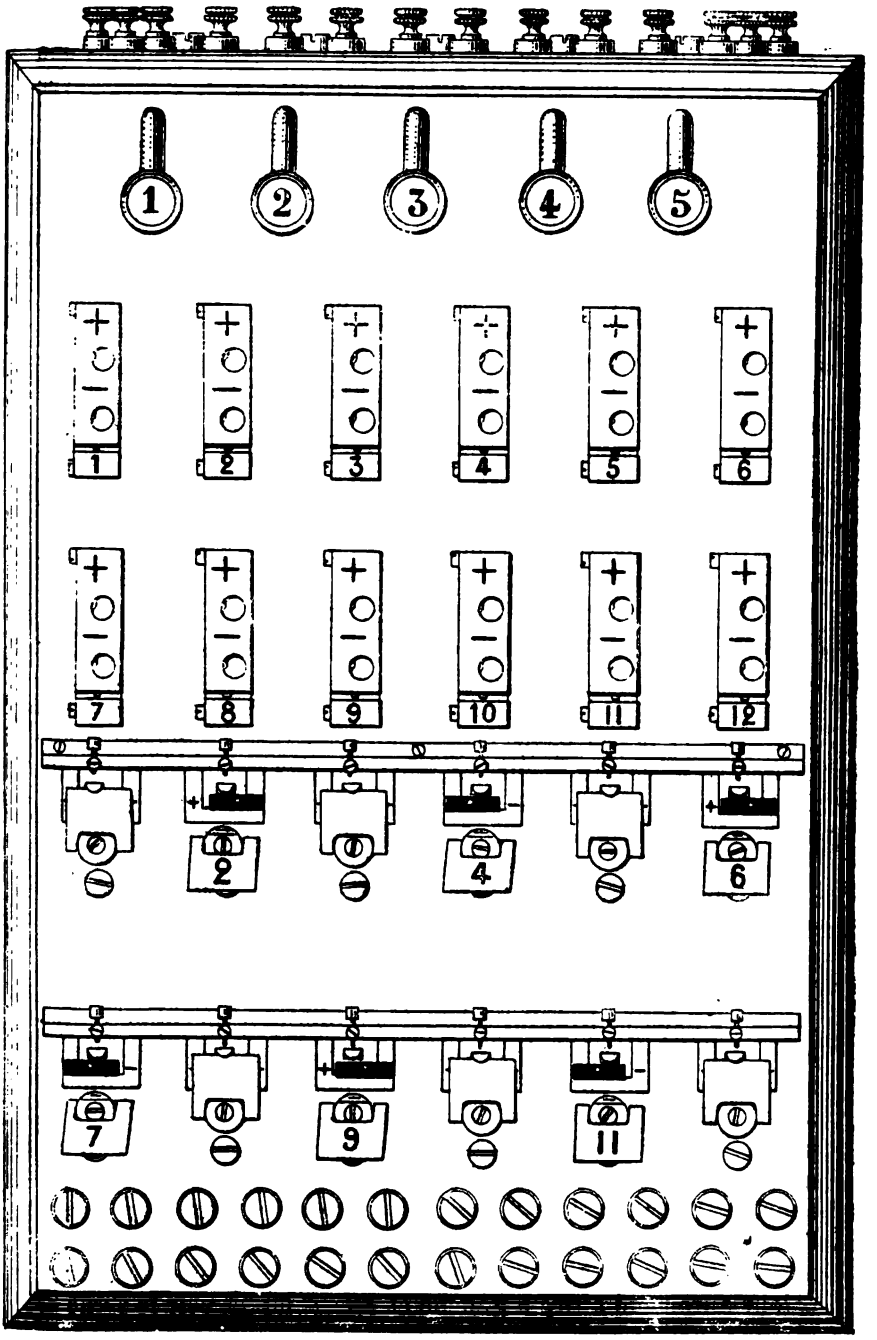


Fig. 107. — Tableau télégraphique Maudroux pour lignes bifurquées.

Digitized by Google

Au-dessus de chacune de ces rangées d'annonciateurs court une réglette métallique portant les vis qui, par leur contact avec l'armature, au moment de l'appel, fermeront le circuit local de la sonnerie. Ces deux réglettes sont réunies ensemble et avec la borne *sonnerie*, située au haut du tableau. Enfin, vers le bas du panneau, deux rangées de 12 bornes reçoivent les pôles positifs de 12 piles et les pôles négatifs de 12 autres piles affectées au service des lignes.

La figure 108 représente la disposition d'un groupe pris isolément.

La ligne arrive au plot 1 du conjoncteur par la borne L et la tige t^1. Le bloc 3, par la tige t^3, est réuni à l'entrée du fil des bobines de l'annonciateur, la sortie de ce fil étant en relation avec la borne T par le massif. Le pôle positif d'une des piles de ligne est relié à la tige t^2 et au bloc 2, le pôle négatif de l'autre pile de ligne à la tige t^4 et au bloc 4. La pile PS, par la sonnerie S^1 et la borne S, communique avec le contact d'armature S. Les relations entre la fiche F et les appareils de transmission sont les mêmes que dans les tableaux pour lignes simples.

Supposons que le bureau utilisant le courant positif appelle : le courant qu'il envoie sur la ligne arrive à l'annonciateur par L, t^1, *bloc* 1, *bloc* 3, t^3, traverse les bobines et se perd à la terre par la borne T. L'armature attirée vient s'appuyer sur le contact S et ferme le circuit local de la sonnerie par PS, S^1, *borne* S, *contact* S, *armature*, *massif*, *terre*. L'armature attirée a abandonné le volet qui, en tombant, a démasqué le numéro de la ligne, mais en même temps, l'indicateur a été attiré vers la droite, a recouvert le signe — et a laissé apparaître le signe +; c'est donc le bureau utilisant le courant positif qui a appelé; c'est avec ce même courant qu'il faut lui répondre. A cet effet, l'employé préposé au tableau choisit une fiche disponible et l'enfonce dans le trou du conjoncteur marqué du signe +. Par cette simple opération, le bureau qui a appelé est en communication avec un appareil inoccupé et cet appareil, en répondant aux appels, et pendant toute la durée de son travail, utilisera la pile P^1 spécialement affectée à la ligne avec laquelle il est momentanément en relation. Comme dans le tableau pour lignes simples, l'introduction de la fiche dans le conjoncteur a mis l'annonciateur hors circuit. Pour le bureau utilisant le courant négatif, les choses se passeraient d'une manière analogue; l'indicateur aurait été attiré à gauche et aurait laissé voir le signe — en masquant le signe +. Le dirigeur aurait placé sa fiche dans le trou marqué du signe — et la ligne aurait été desservie par

Digitized by Google

le même appareil, mais avec la pile P^2 fournissant le courant négatif.

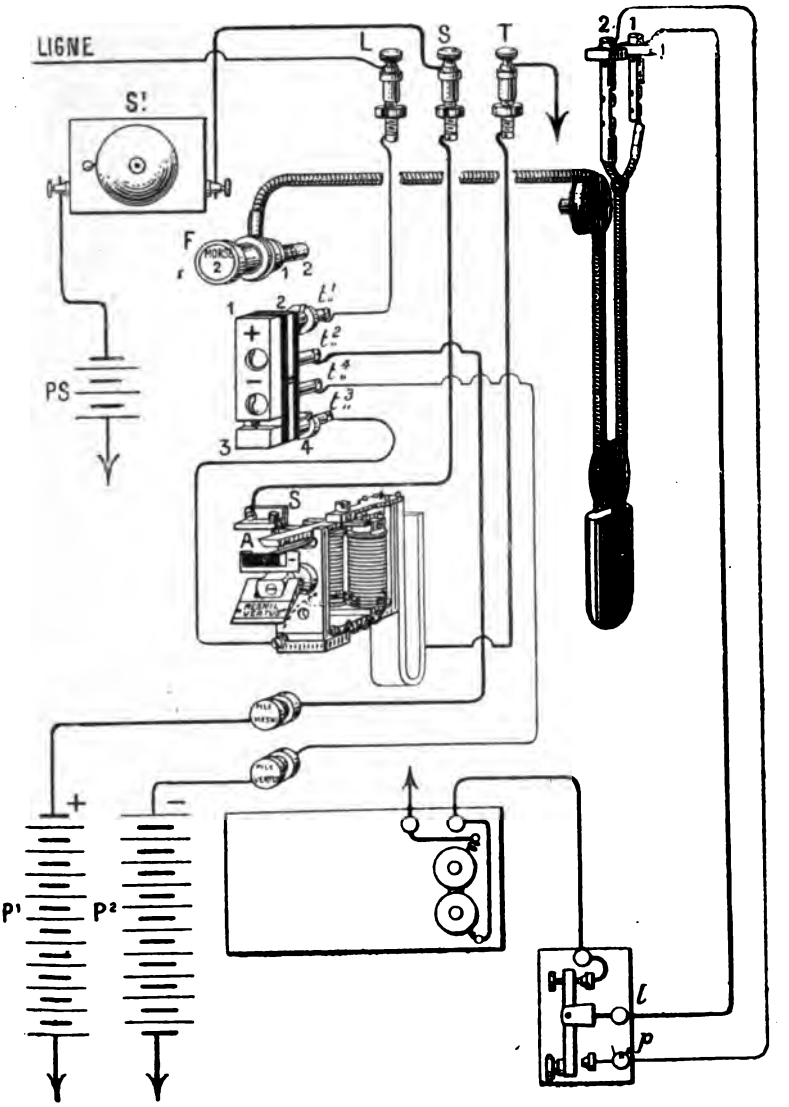


Fig. 108. — Groupe élémentaire d'un tableau Mandroux pour lignes bifurquées.

Annonciateur de fin de transmission. — Dans les bureaux où les tableaux Mandroux sont montés avec des relais translateurs, il est utile de compléter l'installation par l'emploi de dispositifs

Digitized by Google

indiquant les fins de transmission aux agents chargés des manœuvres de coupure et de jonction. L'annonciateur de fin de transmission télégraphique joue alors un rôle analogue à celui de l'annonciateur de fin de conversation téléphonique.

Dans le dispositif imaginé par M. Mandroux, lorsque le travail est terminé entre deux bureaux reliés par l'intermédiaire d'un

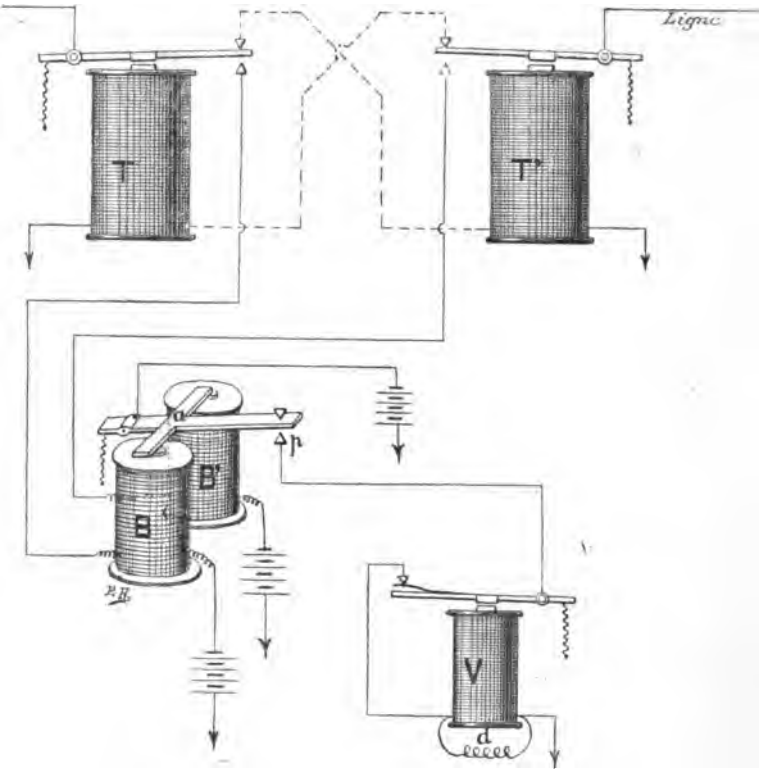


Fig. 109. — Installation de l'annonciateur de fin de transmission.

relais translateur, c'est l'employé manipulant qui, en appuyant sur son manipulateur, pendant un temps suffisant, produit, au bureau intermédiaire, la chute du volet de l'annonciateur de fin de transmission.

La figure 109 montre la disposition générale de l'installation. T et T′ représentent les deux côtés d'un relais translateur tel que le relais Froment; B et B′ sont les deux bobines d'un parleur; ces bobines, dont les enroulements sont indépendants l'un de l'autre, sont respectivement embrochées sur les circuits des

Digitized by Google

piles du translateur. V est un électro-vibrateur, actionné par une pile locale dont le circuit est fermé par le contact de l'armature *a* avec la vis de butée *p*. Une petite bobine de dérivation *d*, intercalée entre les deux extrémités de l'enroulement de l'électro-vibrateur, supprime, ou tout au moins atténue, les effets nuisibles de l'étincelle d'extra-courant qui se manifeste au point de rupture du circuit de cet électro-aimant.

Un volet indicateur est mis en jeu par l'action combinée de l'armature *a* et du vibrateur V.

Sur un arbre en acier *c* (fig. 110), fixé dans le massif *m*, tourne librement une poulie portant deux roues *r* et r'. La roue *r* est un rochet à denture très fine. Un cliquet à ressaut est articulé avec

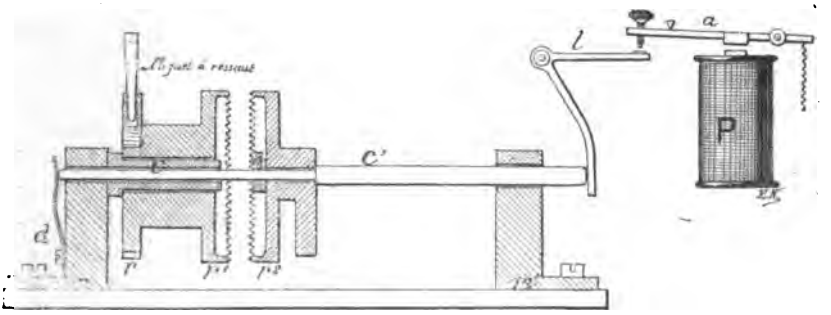


Fig. 110. — Annonciateur de fin de transmission.

l'armature du vibrateur, et, en obéissant aux mouvements verticaux que lui imprime celle-ci, fait tourner la roue *r*, toujours dans le même sens. Un cliquet de retenue monté sur le côté du support *m* s'oppose à tout mouvement rétrograde de la roue *r*.

L'axe horizontal *c'* traverse, de part en part, l'arbre *c* dans le sens de sa longueur. Cet axe *c'*, soutenu par les supports *m*, *m'*, se déplace, en glissant sur ces deux supports, de droite à gauche lorsqu'il est poussé par la branche verticale du levier *l*, de gauche à droite lorsque le levier *l* cesse d'agir et que le ressort *d* devient prépondérant.

Vers son milieu, l'axe *c'* porte une roue dentée r^2, taillée en dents de loup, et pouvant engrener avec la roue r^1, en regard de laquelle elle est placée ; la roue r^2 porte une partie excentrée formant contre-poids et destinée à faire échapper le volet d'appel. La roue r^2 est folle sur son axe, mais elle suit les mouvements longitudinaux de l'axe *c'*, tout en tournant librement autour de cet axe.

Au repos, les roues r^1, r^2 sont éloignées l'une de l'autre par le

Digitized by Google

ressort *d* qui repousse l'axe *c'* contre le levier coudé *l*. Ce dernier pivote autour d'une vis à centre.

La branche horizontale du levier *l* est à proximité de la vis de réglage de l'armature *a*, mais assez éloignée pour que le contact ne soit pas établi quand l'armature est au repos.

Lorsque l'armature *a* du parleur P est attirée, sa vis de réglage frappe sur le levier *l* qui bascule et chasse de droite à gauche l'axe *c'*, provoquant ainsi l'embrayage des roues r^1 et r^2. L'ensemble des deux roues forme alors un tout qui, sous l'action du cliquet à ressaut, tourne jusqu'à ce que le désembrayage se soit produit. Tant que le courant traverse les bobines du parleur, le mouvement de rotation continue, mais dès que le courant est interrompu à travers les bobines du parleur, le désembrayage se produit, car le ressort *d* agissant seul, l'axe *c'* est chassé de gauche à droite et ramène le levier *l* à sa position de repos.

Tant que l'embrayage a lieu, le cliquet à ressaut fait tourner l'ensemble des roues r^1 et r^2 ; en effet pendant tout ce temps, le circuit de la pile locale est fermé à travers le vibrateur V (voir fig. 109) et l'armature de celui-ci communique tous ses mouvements au cliquet à ressaut, qui lui-même entraîne les roues r^1, r^2. Evidemment l'excentrique *e*, solidaire de la roue r^2, est entraîné dans ce mouvement de rotation. Il arrive un moment où il rencontre le levier *p* (fig. 111), le soulève et dégage le volet annonciateur A.

Pour que le volet déclenche, il faut que les roues exécutent environ trois quarts de tour et, pour cela, il faut que l'armature *a* du parleur agisse sur le levier *l* pendant toute cette durée.

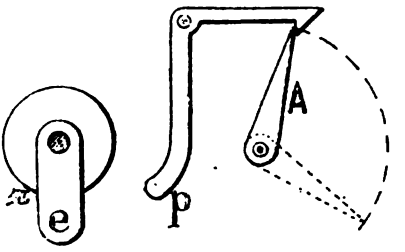


Fig. 111. — Déclenchement du volet.

Lorsque le levier *l* ne transmet que des mouvements intermittents, produits par les courants discontinus d'une transmission de signaux Morse, l'embrayage des roues r^1, r^2 ne dure pas assez longtemps pour que l'excentrique vienne dégager le volet, car, dès que l'axe *c'* revient au repos, la roue *r* cesse de tourner. D'autre part, la roue r^2 est désembrayée, et, comme elle est folle sur l'axe, elle obéit à l'excentrique *e* qui, par son poids, l'entraîne et la ramène à son point de repos.

Tous les organes de l'avertisseur sont fixés solidement sur une

Digitized by Google

plaque de fondation en cuivre et recouverts d'une petite boîte; les dimensions, en longueur et en largeur ont été établies de façon qu'il puisse être placé à la partie supérieure d'un tableau annonciateur Mandroux à 12 directions, dont il forme en quelque sorte le complément naturel. Le montage se fait en raccordant au point d'attache de l'appareil : les deux fils allant aux butoirs-pile du relais, les conducteurs-pile des cordons souples, la pile locale et la terre (fig. 112).

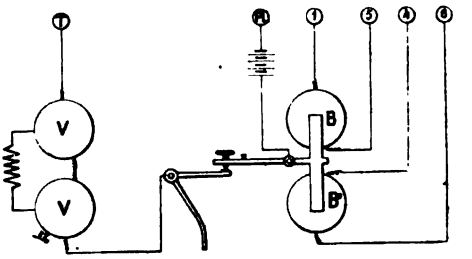


Fig. 112. — Raccordement de l'annonciateur avec le tableau.

Tous ces raccords se font par les bornes du tableau et par la réglette dont est pourvu l'avertisseur.

La figure 113 représente le montage de l'appareil de fin de transmission avec le relais.

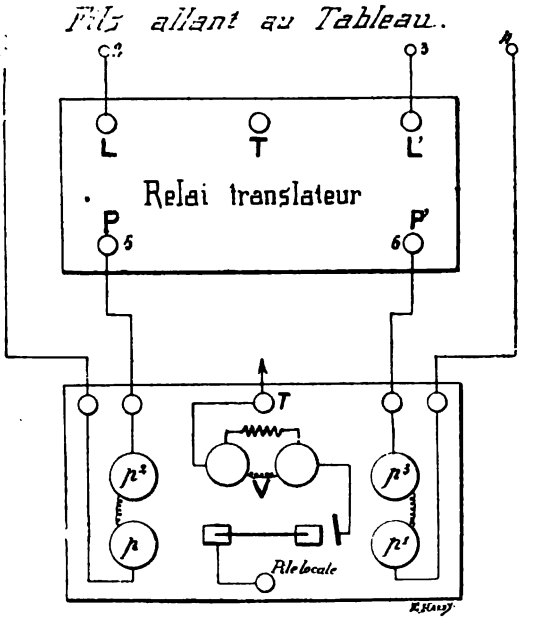


Fig. 113. — Liaison de l'annonciateur avec le relais.

Règles d'exploitation. — « Les tableaux doivent être montés, autant que possible, au centre du bureau et de façon que l'accès en soit facile pour le personnel. Les appareils qui leur correspondent peuvent être d'ailleurs répartis en divers points du bureau, suivant les convenances et les besoins de l'exploitation.

« Les tableaux doivent être solidement fixés à l'aide d'équerres ou de pattes en fer sur des socles en bois ou des consoles de

Digitized by Google

hauteur telle qu'ils puissent être facilement manœuvrés par un agent assis.

« Les fils, câblés ou non, qui y parviennent, doivent être disposés aussi régulièrement que possible, de façon à ne pas empêcher l'ouverture des côtés et du fond.

« Le montage électrique des fils extérieurs se fait de la façon suivante :

« 1° *Lignes.* — Les fils venant de la rosace doivent, avant d'arriver au tableau, être reliés à des paratonnerres à fil préservateur, groupés sur un panneau, ou à un tableau spécial contenant 12 coupe-circuits à fil fusible. De là, ils sont dirigés aux bornes de lignes qui occupent la partie supérieure du tableau.

« 2° *Piles.* — Pour les lignes ordinaires, bifurquées ou non, on a avantage à établir des piles communes groupées suivant le mode de montage en cascade (échelle d'Amsterdam).

« Pour les lignes bifurquées, on groupera sur une pile positive tous les blocs positifs des conjoncteurs et sur une pile négative tous les blocs négatifs de ces mêmes conjoncteurs.

« *Appareils de transmission et accessoires.* — Les fils recouverts, reliant la table de manipulation aux sonneries d'appel et à la terre sont, comme les fils de ligne, attachés aux bornes supérieures du tableau; il est nécessaire d'observer pour leur pose les mêmes précautions que pour celle des fils de ligne. Un commutateur spécial, disposé en un point quelconque du bureau, donne à volonté la sonnerie de jour ou de nuit; le bloc central de ce commutateur est relié par un fil recouvert aux bornes S du tableau.

« Tous les organes d'appel et de commutation étant fixés sur les tableaux, les tables de manipulation ne supportent plus que les appareils de transmission, de réception et de contrôle, c'est-à-dire les manipulateurs, les récepteurs et les galvanomètres.

« Dans les bureaux importants et afin de simplifier le service du dirigeur, ce dernier est relié à tous les appareils du bureau par un réseau local; ce réseau comprend :

« 1° Des boutons d'appel installés près de chaque appareil et communiquant avec des annonciateurs spéciaux groupés près du dirigeur;

« 2° Des clés placées auprès du dirigeur et le mettant en relation avec chacun des appareils.

« Celui-ci a donc la faculté de communiquer avec les commis suivant les besoins du service, qui est organisé de la façon suivante :

Digitized by Google

: « 1° Dépêches de départ.

« Toutes les dépêches de départ sont remises à l'agent dirigeur, qui marque sur chacune le numéro du poste vers lequel il la dirige, tout en appelant le commis chargé de ce poste et en lui donnant la communication avec le bureau destinataire.

« 2° Dépêches d'arrivée.

« Dès la chute du volet, le dirigeur avertit, par le circuit local, le commis disponible et, en même temps, établit la liaison au tableau.

« 3° Fin de communication.

« La fin de transmission et de réception est donnée par le commis manipulant qui, en appuyant sur la clé locale, détermine la chute du volet de l'annonciateur spécial et indique au dirigeur que la liaison établie au tableau peut être rompue.

« *Installations spéciales.* — Le tableau annonciateur permet de relier un fil y aboutissant à un appareil d'un système quelconque.

« Le rattachement des installations telles que cadran, Morse, Hughes, etc., qui nécessitent l'emploi d'un seul fil de pile, n'exige aucune précaution spéciale.

« Dans le cas de translation ou relais, on fait usage de deux cordons communiquant chacun avec une borne de pile et une borne de ligne du relais; les fiches de ces cordons sont ensuite enfoncées dans les conjoncteurs correspondant aux fils qu'il s'agit de relier.

« Lorsqu'il existe des fils embrochés dans le bureau, on modifie l'installation d'un ou de plusieurs appareils et le jeu du tableau permet de mettre à volonté sur les appareils modifiés les deux sections d'un quelconque des fils embrochés. Le tableau utilisé doit être alors du modèle à *lignes bifurquées* et la mise en communication nécessite, comme pour la translation, l'emploi de deux cordons et de deux conjoncteurs.

« Les modifications à faire pour ce cas particulier dans l'installation sont les suivantes :

« 1° *Table de manipulation.* — Relier les bornes L et P du manipulateur à chacun des deux conducteurs du premier cordon (fig. 114); relier la borne T du récepteur au plus grand bloc d'un commutateur bavarois à deux directions, les deux autres blocs de ce commutateur étant mis en communication, l'un avec la terre, l'autre avec les deux extrémités réunies du second cordon.

« 2° *Tableau.* — Pas de modifications pour la liaison des fils de ligne; amener les deux pôles d'une pile spéciale aux deux blocs marqués + des deux conjoncteurs correspondant aux fils

Digitized by Google

de ligne; amener aux blocs marqués — les fils venant de la pile commune du bureau, insérés sur le nombre d'éléments conve-

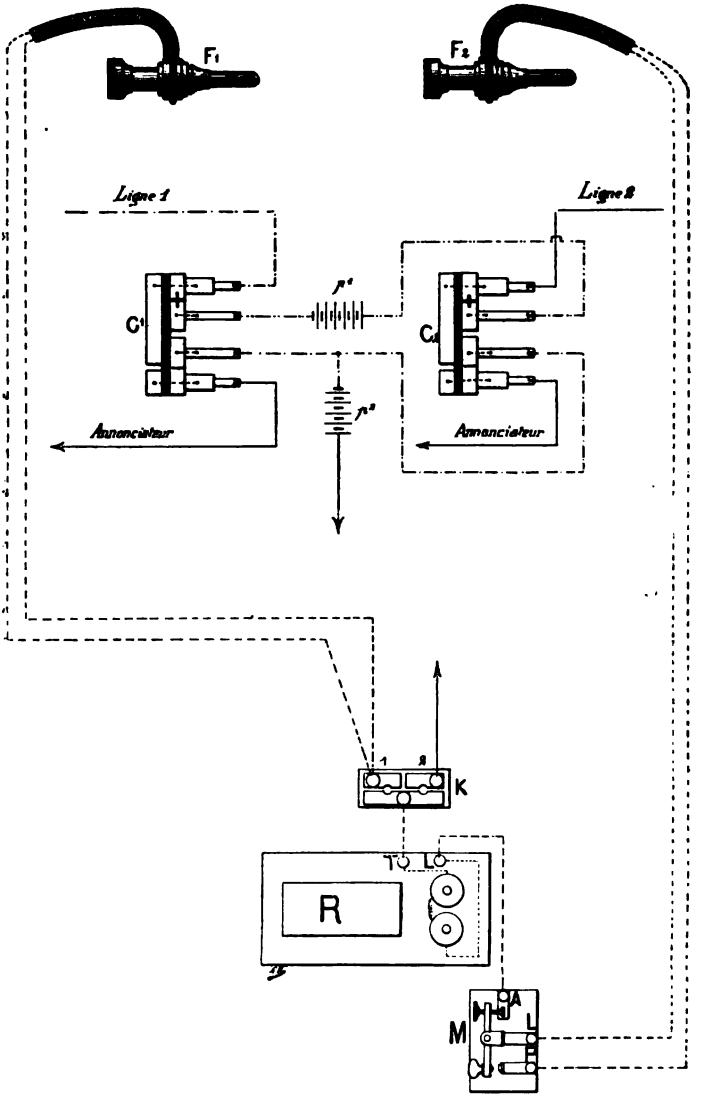


Fig. 114. — Modifications nécessitées par les postes embrochés.

nable pour travailler séparément avec chaque section de la ligne.

« Pour installer en embrochage l'un des appareils modifiés

Digitized by Google

il suffit d'enfoncer ses deux cordons dans chacun des blocs + des conjoncteurs correspondant aux deux sections de la ligne; la fiche du commutateur bavarois étant d'ailleurs installée entre le bloc commun et le bloc relié au cordon de gauche.

« Si, au contraire, on veut travailler séparément avec l'une ou l'autre des sections de la ligne, il suffit de porter dans le bloc marqué — du conjoncteur intéressé la fiche du cordon de l'un quelconque des appareils. Au cas où celui-ci aurait été modifié pour l'embrochage, la manœuvre doit s'opérer avec le cordon de droite, la fiche du commutateur bavarois étant installée entre le bloc commun et le bloc de terre.

« Le jeu du tableau fait retomber automatiquement chacune des sections de la ligne sur annonciateur, quand aucune fiche n'est enfoncée dans les trous du conjoncteur.

« Quelle que soit la manière dont on utilise les tableaux, il y a intérêt à ce que les courants reçus des diverses lignes soient sensiblement égaux. On y arrive facilement en modifiant les piles des postes correspondants. »

Méthodes de transmission duplex. — Par installation ou transmission en *duplex*, on entend les procédés qui permettent de transmettre simultanément deux dépêches en sens inverse par le même fil. Par opposition, on appelle installation ou transmission *simple* l'installation ordinaire des postes dans laquelle les dépêches se succèdent une à une à travers le conducteur.

C'est en 1853 que le docteur Gintl, de Vienne, réalisa l'installation en duplex, mais elle n'entra dans la pratique que longtemps après sous les auspices de M. Stearns.

Parmi les nombreuses méthodes imaginées depuis, nous ne retiendrons que les deux principales qui ont été appliquées en France; ce sont :

La méthode différentielle,

La méthode du pont de Wheatstone.

Méthode différentielle. — Si nous considérons un électro-aimant Morse ayant des bobines dont les résistances sont rigoureusement égales et si un courant traverse ces bobines, en pénétrant par la bobine de gauche pour ressortir par la bobine de droite; si ce courant détermine au sommet du noyau de gauche un pôle magnétique austral, il déterminera, au sommet du noyau de droite, un pôle magnétique boréal.

Si nous enlevons la bobine de gauche E (fig. 115-2) et si nous faisons pénétrer le courant par le milieu de la culasse, le courant traversant le fil de la bobine E′ dans le même sens que

Digitized by Google

précédemment, développera encore en A′ un pôle austral et en B′ un pôle boréal.

Si, toutes choses égales d'ailleurs, nous maintenons la bobine de gauche E, en supprimant la bobine de droite E′ (fig. 115-1), le courant traversera la bobine E en sens inverse et développera des pôles de noms contraires à ceux qu'il produisait lorsqu'il pénétrait par *a* pour ressortir par *b*. Nous aurons donc en A un pôle boréal et en B un pôle austral.

Rétablissons les deux bobines ou, ce qui revient au même, superposons les figures 115-1 et 115-2 : une partie du courant prendra la direction *a* et développera un pôle boréal en A et un pôle austral en B; l'autre partie prendra la direction *b* et développera un pôle austral en A′ et un pôle boréal en B′. Ces pôles superposés, d'égale puissance, s'annuleront, de sorte que si l'électro-aimant possède une armature, cette armature ne sera plus attirée.

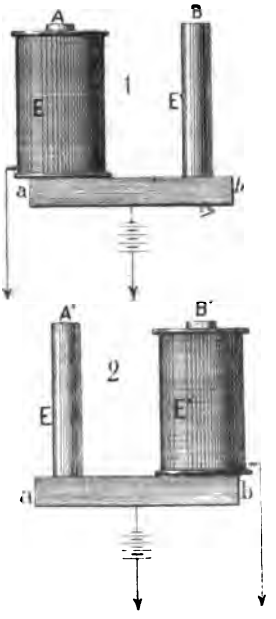


Fig. 115. — Système différentiel.

C'est là ce qu'on appelle un système *différentiel*. Il peut être établi comme nous venons de l'indiquer, ou bien par l'enroulement de deux conducteurs sur chaque bobine. Dans l'un ou l'autre cas, lorsque le courant traverse les deux circuits dans le même sens les actions s'ajoutent; elles tendent au contraire à se détruire lorsque le courant traverse les deux circuits en sens inverse, l'intensité résultante et produisant un effet actif étant la différence des intensités des courants circulant dans les deux circuits; enfin, l'action magnétisante devient nulle lorsque les intensités sont égales et que les courants circulent en sens contraires dans les deux circuits; c'est ce qui arrive lorsqu'un même courant parcourt en sens inverse deux circuits de résistances rigoureusement égales.

Cela posé, lorsqu'il s'agit d'appareils Morse, les deux postes correspondants sont installés de la manière suivante (fig. 116) :

1° Un des pôles de la pile est relié à la borne *pile* du manipulateur; l'autre pôle à la terre;

2° La borne *ligne* de chaque manipulateur est reliée à la culasse de l'électro-aimant du récepteur du même poste;

Digitized by Google

3° La borne *appareil* de chaque manipulateur est à la terre à travers une bobine de résistance égale à la résistance intérieure de la pile;

4° Une des bobines de chaque récepteur est reliée à la ligne;

5° L'autre bobine est en communication avec la terre à travers une *caisse de résistances*, et un *condensateur* est greffé sur cette prise de terre, comme le montre la figure 116.

Nous n'avons pas à nous préoccuper, quant à présent, de la construction des caisses de résistances ni de celle des condensateurs; nous dirons seulement que, par la manœuvre d'un jeu de

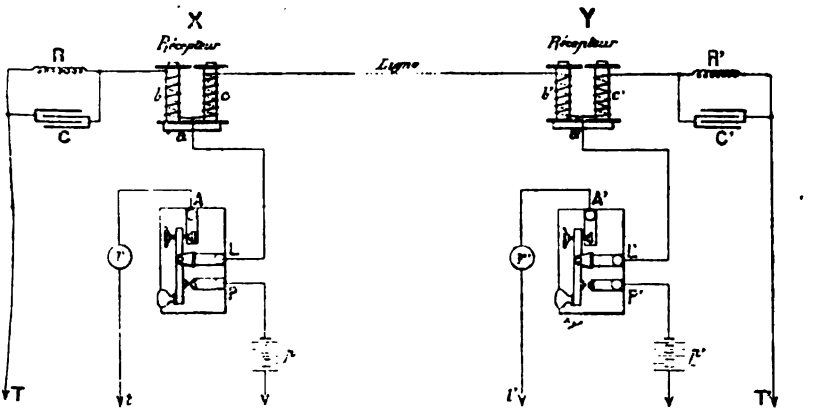


Fig. 116. — Installation théorique en duplex par la méthode différentielle.

chevilles, les caisses de résistances permettent de faire varier à volonté la résistance d'un circuit; quant au condensateur, il représente la capacité électrostatique d'un conducteur et on peut faire varier cette capacité en graduant le condensateur.

Dans le cas qui nous occupe, la caisse de résistances et le condensateur forment une *ligne factice* destinée à produire l'équilibre électrique avec la ligne télégraphique réelle. Comme la résistance et la capacité de la ligne réelle sont variables, il faut aussi que l'on puisse faire varier la résistance de la caisse et la capacité du condensateur; c'est en cela que consiste le réglage du système.

La ligne factice doit avoir même résistance et même capacité que la ligne réelle, y compris le récepteur du poste d'arrivée.

Si chacun des postes X et Y transmet séparément, la marche du courant est facile à suivre. Le courant émis par X se divise en deux parties égales, dont l'une suit le trajet *p*, P, L, *a*, *b*, R, T, tandis que l'autre prend la direction *p*, P, L, *a*, *c*, *ligne*,

Digitized by Google

b', a', L', A', r', t'. Au point a', le courant d'arrivée a bien trouvé une voie d'écoulement par c', R', T', mais la résistance R' est très grande par rapport à celle de r'; la plus grande partie du courant se rendra donc à la terre par le chemin a', L', A', r', t'; il est à remarquer cependant que la faible portion de courant qui traversera la bobine c' ne sera pas nuisible, mais que, au contraire, elle augmentera la puissance attractive de l'électro-aimant Y puisque les bobines b', c' sont traversées dans le même sens par le courant.

Ainsi, au poste X qui transmet, les bobines b, c sont traversées en sens contraire par des courants égaux dont l'action devient nulle; le récepteur de X ne fonctionne pas.

Au poste Y qui reçoit, les bobines b', c' sont traversées dans le même sens par le courant; le récepteur de Y fonctionne.

Les choses se passent d'une manière analogue lorsque Y transmet seul; son récepteur reste inerte tandis que celui de X est actionné.

Si les deux postes transmettent simultanément, l'équilibre électrique est rompu; les courants s'ajoutent algébriquement et, dans chaque récepteur, une des bobines est parcourue par un courant plus intense que celui qui traverse l'autre; cette bobine attire l'armature; les armatures des deux récepteurs sont attirées au même moment.

Par exemple, si les deux postes X, Y envoient simultanément sur la ligne un courant égal à $+20$, la bobine c sera traversée par un courant égal à $+10$; la bobine b sera parcourue par un courant semblable, mais agissant en sens inverse et produisant le même effet qu'un courant égal à -10; l'électro-aimant X restera donc inerte. En Y la bobine b' recevra un courant égal à $+10$ (dans cette démonstration, nous ne tenons pas compte de l'affaiblissement produit par les pertes le long de la ligne).

Sous l'action du courant $+20$ émis par Y, la bobine c' recevra un courant $+10$, la bobine b' recevra un courant semblable, mais agissant en sens inverse, c'est-à-dire -10; il en sera de même pour la bobine c au poste X. Nous aurons donc, comme résultante de la double émission :

$$\text{X} \begin{cases} \text{en } b & -10 \\ \text{en } c & +10-10=0 \end{cases} \qquad \text{Y} \begin{cases} \text{en b'} & +10-10=0 \\ \text{en c'} & +10 \end{cases}$$

Par conséquent, en X l'armature du récepteur sera attirée par un courant égal à -10 et en Y par un courant égal à $+10$; au poste X la bobine b agira seule, au poste Y ce sera la bobine c'.

La figure 117 représente l'installation pratique d'une commu-

Digitized by Google

nication Morse, simple ou double, à volonté, par la méthode différentielle. Le manipulateur M est affecté à la transmission simple, le manipulateur M' correspond à l'installation double.

Le culasse de l'électro-aimant du récepteur est reliée au plot principal du commutateur C_1.

Si la cheville du commutateur C_1 est placée dans le trou 2, on est installé en simple ; il faut alors mettre en place toutes les chevilles de la caisse de résistance R_1 de façon que la résistance

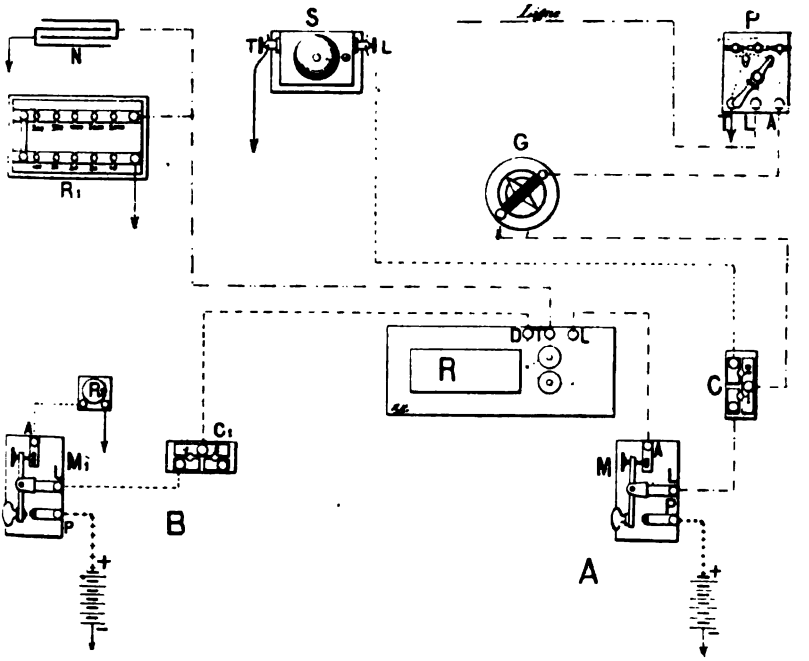


Fig. 117. — Installation pratique en duplex par la méthode différentielle.

de cette caisse soit réduite à zéro ; dans cette situation, la ligne est sur sonnerie si la cheville du commutateur C est enfoncée dans le trou 2 ; la ligne est sur appareil si la cheville est enfoncée dans le trou 1.

La cheville du commutateur C restant enfoncée dans le trou 1, la ligne est en duplex si la cheville du commutateur C_1 est placée dans le trou 1.

Méthode du pont de Wheatstone. — On appelle *pont de Wheatstone* un dispositif très usité dans les mesures électriques, et qui permet d'établir facilement l'équilibre électrique en faisant varier des résistances convenablement disposées.

Digitized by Google

La disposition théorique du pont de Wheatstone est figurée par une série de fils conducteurs représentant un quadrilatère et ses deux diagonales (fig. 118).

Sur l'une des diagonales CD est intercalé un galvanomètre G, sur l'autre AB est placée une pile P.

L'équilibre électrique est établi lorsque, la pile étant en activité dans le circuit, l'aiguille du galvanomètre ne dévie pas et reste au zéro de la graduation ; on a alors entre les résistances a, b, c, d, des quatre côtés du quadrilatère, la relation :

$$a \times d = b \times c \text{ ou } \frac{a}{c} = \frac{b}{d}.$$

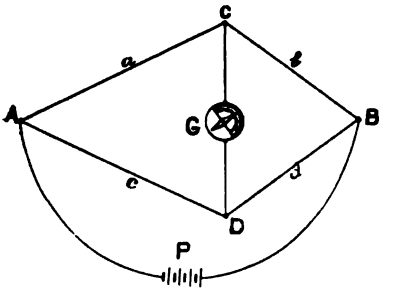


Fig. 118. — Disposition théorique du pont de Wheatstone.

L'installation pratique d'un poste Morse monté en duplex par la méthode du pont de Wheatstonne est représentée par la figure 119. Les quatre branches du pont, A, B, C, D sont représentées A et B par deux résistances fixes, convenablement choisies, C et D par deux résistances variables. Les deux résistances fixes, aboutissant à la tête du pont, sont, par exemple, 250 et 500 ohms; les résistances variables sont celles de la ligne qui forme le côté D du quadrilatère et celle qui forme le côté C que nous choisirons moitié moindre étant données les valeurs des côtés A et B. Dans tous les cas, nous devrons obtenir dans chacun des postes, la relation

A $\times$ D (D = résistance de la ligne + celle du poste correspondant) = B $\times$ C.

Le réglage consistera donc à installer sur la branche C un rhéostat dont la résistance satisfasse à la condition A $\times$ D = B $\times$ C.

Sur l'une des diagonales est installée la pile P qui, par l'intermédiaire du manipulateur M envoie son courant sur les deux branches du pont ou bien qui, au repos, est remplacée par une résistance R' égale à sa résistance intérieure.

Sur l'autre diagonale sont placés le récepteur R et un commutateur K qui permet d'intercaler dans le circuit, au moment du réglage, un galvanomètre G que l'on met ensuite hors circuit.

Sur la branche C, outre la résistance artificielle destinée à établir l'équilibre, on dispose un condensateur N représentant la capacité de la ligne qui forme la branche D.

Pour régler la résistance variable et la capacité de la branche

Digitized by Google

C, on dispose la cheville du commutateur de façon à mettre le galvanomètre dans le circuit et à en retirer le récepteur.

La condition fondamentale du système $A \times D = B \times C$ est obtenue lorsque, en abaissant le manipulateur, le galvanomètre cesse de dévier.

Dès que l'immobilité de l'aiguille du galvanomètre a été obtenue, après avoir réglé, par tâtonnements le rhéostat et le

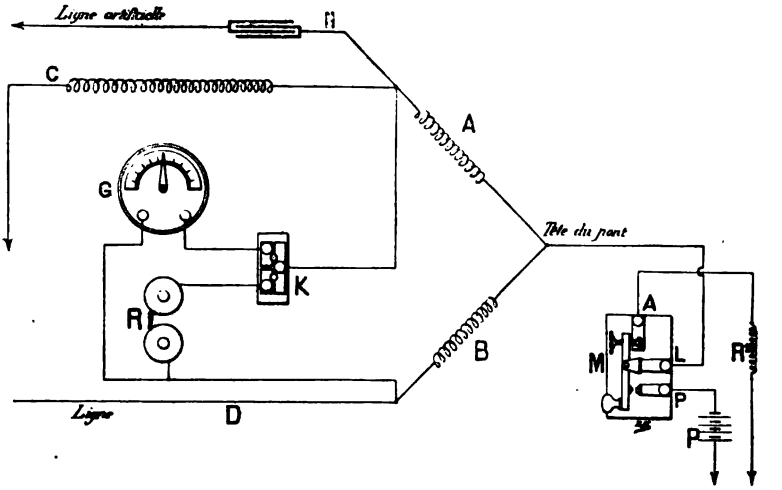


Fig. 119. — Installation pratique en duplex par la méthode du pont de Wheatstone.

condensateur, on introduit dans le circuit le récepteur en déplaçant la cheville du commutateur. L'armature du récepteur reste, comme l'aiguille du galvanomètre, insensible à l'action du courant de départ, tandis qu'elle obéit à l'action du courant d'arrivée.

Nous n'insisterons pas davantage sur les installations duplex dont l'usage se restreint de plus en plus et qui disparaîtront bientôt pour faire place aux systèmes multiples, tels que le Baudot, qui, à plus d'un titre, leur sont préférables.

Installation des postes d'écluses. — Tout un réseau électrique est installé le long des canaux et des grandes voies navigables dans le but d'assurer le service des ponts et chaussées.

Ce réseau comprend des fils directs et des fils omnibus.

Les postes sont généralement aménagés chez les éclusiers; on y utilise l'appareil à cadran, l'appareil Morse et le téléphone. Ils se distinguent des autres postes du réseau général par l'emploi de relais à voyant (fig. 120), destinés à laisser une trace de l'appel, en cas d'absence de l'agent chargé de la manœuvre des appa-

Digitized by Google

reils. Ce relais a une forme analogue à celle des parleurs. Un voyant N, mobile autour d'une vis qui lui sert d'axe, est maintenu au repos, à l'intérieur de la boîte, par sa pointe P, en forme de crochet, qui mord sur l'extrémité antérieure de l'armature A du relais. Lorsque cette armature est attirée, le voyant s'échappe par son propre poids et apparaît en dehors de la boîte. Son extrémité inférieure *a* rencontre un plot métallique et le contact de ces deux pièces ferme le circuit d'une pile locale sur la sonnerie qui fonctionne tant que le voyant ou *lapin* n'a pas été relevé à la main.

Le paratonnerre d'entrée de poste est un paratonnerre à

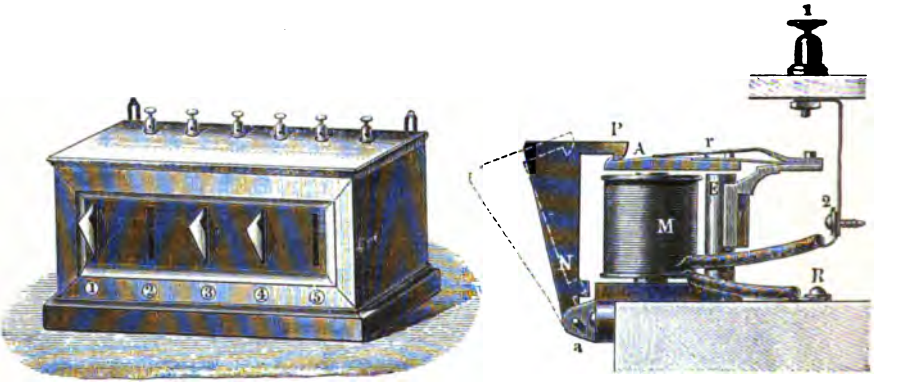


Fig. 120. — Relais à voyant.

pointes multiples et à lame de gutta-percha du modèle ordinaire (fig. 20, page 26), mais celui qui est placé sur la table est un paratonnerre à fil fusible. Ainsi que le montre la figure 121, un fil de fer fin, enroulé sur une petite bobine, est maintenu tendu le long d'une potence en laiton qui communique avec l'appareil. La bobine, montée sur une tige à ressort, est en relation avec l'une des gouttes de suif sur lesquelles peut reposer la manette qui occupe le centre de l'instrument. L'autre goutte de suif est reliée, d'une part, à un plot situé immédiatement au-dessus de la pièce qui supporte la bobine, de l'autre, à la borne terre (borne de gauche). L'axe de la manette est relié à la borne ligne (borne du milieu), la potence avec la borne appareil (borne de droite).

Lorsque la manette est placée sur la goutte de suif de gauche, on est sur paratonnerre; la ligne est au contraire à la terre si la manette est placée sur la goutte de suif de droite.

Digitized by Google

Le fil fin qui, par sa tension le long de la potence, maintient seul la bobine soulevée vient-il à être fondu par un coup de foudre, la pièce qui supporte la bobine obéit à l'action de son ressort et vient prendre fortement contact avec le plot situé au-dessous d'elle; la ligne est à la terre. Il convient alors de remplacer le fil brisé en déroulant une partie de celui qui est placé sur la bobine et en le tendant, entre les deux pinces disposées à cet effet, mais en prenant soin que le contact soit interrompu avec le plot de mise à la terre.

Fig. 121. — Paratonnerre à fil fusible.

La figure 122 représente l'installation d'un poste d'écluse à 4 directions avec un appareil à cadran. Ce poste comprend une table de manipulation et, dans le voisinage, une installation téléphonique qui n'a pas été figurée et qui, généralement, met le bureau de l'éclusier en relation avec les différents services des ponts et chaussées. Ce poste téléphonique dispose habituellement de la même sonnerie que le poste télégraphique. Les lignes y sont protégées par des paratonnerres à pointes multiples et à lame de gutta-percha. Les appels se font au moyen de boutons à trois contacts.

Le transmetteur, un Ader à pupitre, n'a ni sonnerie ni pile d'appel.

Au poste télégraphique, neuf bornes à contre-écrou sont

Digitized by Google

disposées sur une rosace; elles communiquent, en allant de gauche à droite :

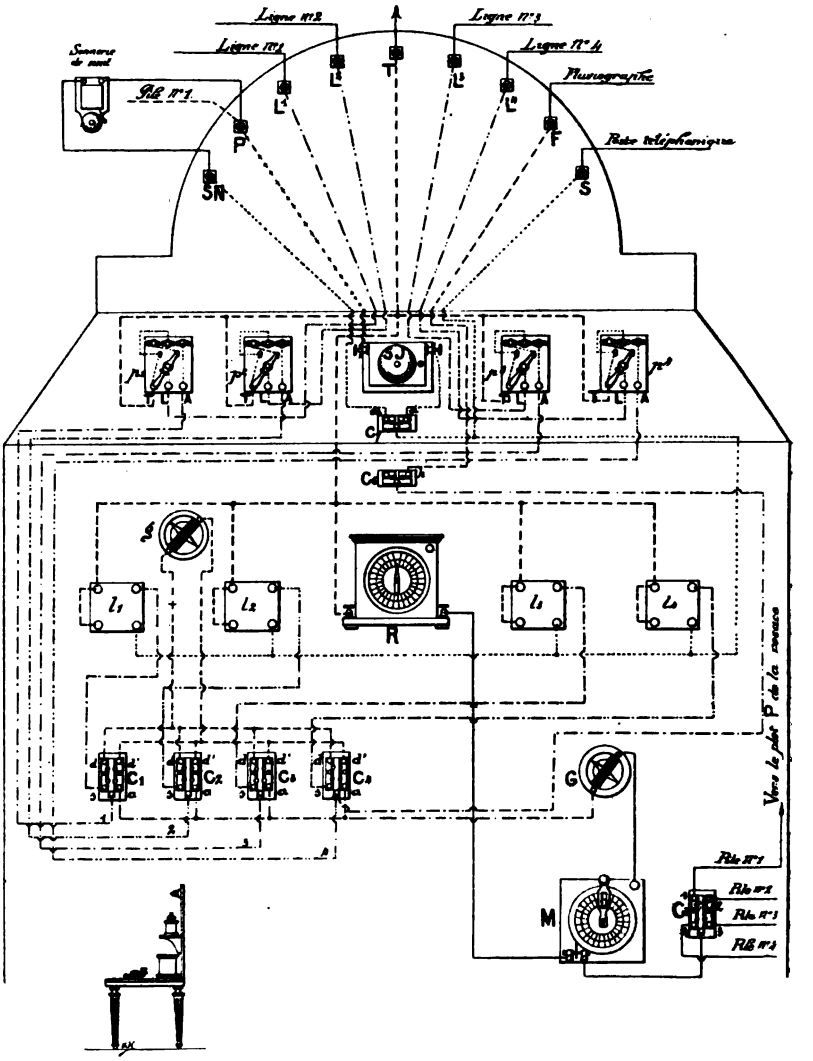


Fig. 122. — Installation d'un poste d'écluse.

SN avec l'une des bornes de la sonnerie de nuit qui est une sonnerie pendante;

P avec l'autre borne de la sonnerie de nuit et avec le plot 1 du commutateur de pile C³;

Digitized by Google

L_1 avec la ligne n° 1;
L_2 avec la ligne n° 2;
T avec la terre;
L_3 avec la ligne n° 3;
L_4 avec la ligne n° 4;
F avec le fluviographe (1);
S avec le poste téléphonique.

Les paratonnerres d'entrée de poste n'ont pas été figurés.

Les quatre fils de ligne arrivent aux bornes médianes des quatre paratonnerres à fil fusible p_1, p_2, p_3, p_4; les bornes de gauche de ces paratonnerres sont reliées à la terre par la borne T, les bornes de droite aux plots centraux des quatre commutateurs bavarois C_1, C_2, C_3 C_4.

Ces commutateurs permettent de placer les différentes lignes sur appareil, sur sonnerie ou de les mettre en communication directe.

Une cheville intercalée entre le plot central et le plot *s* met la ligne correspondante sur sonnerie, à la condition qu'une cheville soit également placée dans le commutateur C_7. Si cette dernière cheville est placée à droite, la ligne est reliée à la sonnerie de jour; si elle est placée à gauche, la ligne communique avec la sonnerie de nuit.

En effet, les électro-aimants des relais de sonnerie l_1, l_2, l_3, l_4, sont respectivement reliés aux blocs *s* des quatre commutateurs C_1, C_2, C_3, C_4; la sortie des bobines de ces électro-aimants est réunie à la borne T. Le contact sur lequel tombe le voyant, lorsque l'armature du relais est attirée, est également à la terre par la borne T; d'autre part, les axes des voyants de l_1, l_2, l_3, l_4 sont tous réunis par un même fil conducteur qui aboutit au plot principal du commutateur C_7. Si une cheville est placée entre C_1 et *s* et une autre entre C_7 et *sj*, le courant de la ligne n° 1 arrivera par $C_1 s$ au relais l_1 et se perdra à la terre; le voyant, en tombant, fermera le circuit de la pile à travers la sonnerie SJ qui fonctionnera. Si la cheville du commutateur C_7 avait été placée entre C_7 et *sn*, c'est la sonnerie de nuit qui aurait fonctionné.

Une cheville placée entre C_3 et son plot *a* mettrait la ligne n° 3 sur appareil. En effet, tous les plots *a* des commutateurs C_1, C_2, C_3, C_4 sont reliés au galvanomètre G qui communique lui-même avec le manipulateur M. La liaison de ce dernier avec la pile et avec le récepteur a lieu dans les conditions ordinaires.

(1) Appareil enregistreur destiné à indiquer le niveau de l'eau des fleuves et des rivières.

Digitized by Google

Les plots *d* et *d'* des commutateurs C_1, C_2, C_3, C_4 permettent d'établir la communication directe entre les différentes lignes, en laissant à volonté le galvanomètre *g* dans le circuit. Tous les plots *d* sont reliés ensemble et avec une des bornes du galvanomètre *g*; tous les plots *d'* sont également reliés ensemble, et avec la seconde borne du galvanomètre *g*. De la sorte, si on place une cheville entre C_1 et son bloc *d*, et entre C_3 et son bloc *d*, les deux lignes n°s 1 et 3 sont en communication directe, mais le galvanomètre *g* reste en dehors du circuit. Si, au contraire, on place une cheville entre C_1 et son bloc *d* et une autre entre C_3 et son bloc *d'*, les lignes n°s 1 et 3 sont encore en communication directe, mais le galvanomètre *g* est dans le circuit.

Le commutateur C_6 est affecté au service du fluviographe; le plot principal de C_6 est relié à celui de C_4; de sorte que, en plaçant des fiches entre C_6 et *h*, ainsi qu'entre C_4 et son bloc *s*, l'instrument est sur sonnerie.

Digitized by Google

CHAPITRE VII

INSTALLATION DES BUREAUX DE GARES

ORGANISATION DES BUREAUX DE GARES. — RAPPEL BRÉGUET-RODARY. — RAPPEL DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT. — RAPPEL-PARLEUR MARCHAND. — RAPPEL GÉNÉRAL CLAUDE. — SONNERIE JOUSSELIN. — COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU NORD. — COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST. — COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE. — COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER D'ORLÉANS. — COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI. — COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST. — CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

Organisation des bureaux de gares. — L'installation des bureaux télégraphiques dans les gares de chemins de fer varie d'une compagnie à l'autre, mais est généralement d'un modèle uniforme pour chaque compagnie.

L'aménagement des bureaux consiste le plus souvent en tables toutes montées qu'il suffit de disposer le long des murs, dans le local qui leur est affecté, et auxquelles viennent s'attacher les différents fils de lignes, ainsi que les conducteurs qui les relient à la pile et à la terre.

Les instruments employés ne sont pas toujours les mêmes, quant à la forme, que ceux dont on fait usage dans les bureaux de l'État. Nous ferons connaître les différents types en service au fur et à mesure que l'occasion se présentera. Toutefois, nous devons signaler, dès à présent, plusieurs appareils qui répondent à des besoins spéciaux provenant du mode d'organisation du réseau télégraphique des voies ferrées.

Les compagnies de chemins de fer possèdent trois sortes de fils télégraphiques : des fils *directs*, des fils *semi-directs* et des fils *omnibus*.

Le nombre des postes desservis par ces conducteurs étant relativement considérable, on a été conduit à faire usage de systèmes de rappels particuliers permettant d'établir rapidement la communication entre le poste appelant et le poste appelé.

Dans cet ordre d'idées, les compagnies utilisent plusieurs appareils ingénieux : le rappel-omnibus Bréguet-Rodary, le rappel des chemins de fer de l'État, le rappel-parleur Marchand, le rappel général Claude.

Digitized by Google

Rappel-omnibus Bréguet-Rodary. — Le rappel-omnibus construit par la maison Bréguet s'applique, avec de légères modifications, aux postes téléphoniques et aux postes télégraphiques. Il est en service sur plusieurs sections du réseau des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée et, pour cet usage particulier, a été modifié par M. Rodary; ce modèle porte le nom de rappel Bréguet-Rodary.

L'ensemble des organes est monté sur une planchette que l'on accroche au mur et à laquelle aboutissent les fils de communication.

Les organes communs aux trois modèles de rappels sont : un bouton-poussoir pour les appels et un cadran divisé en autant de cases, plus quatre, qu'il existe de postes sur la ligne. Ces divisions portent des numéros correspondants à chacun des postes; dans les quatre cases supplémentaires sont inscrites les indications : *dépêche circulaire, ligne occupée, ligne libre, attaque.* Une aiguille indicatrice se déplace sur le cadran sous l'action des courants d'appel; elle est commandée par l'armature d'un électro-aimant, sans l'intervention d'aucun mouvement d'horlogerie.

Dans le rappel pour postes téléphoniques, l'installation est complétée par un relais polarisé dont l'armature peut occuper trois positions, par un bouton d'appel ordinaire, dit *bouton d'attaque,* et par un poste micro-téléphonique. Dans le rappel pour postes télégraphiques, le relais occupe l'emplacement réservé au téléphone dans le modèle précédent. Sur la gauche est disposé un commutateur dont la manette, normalement sur la position *attente,* peut être portée sur la position *correspondance.*

Dans le modèle de la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée, le bouton d'attaque est supprimé, mais il existe deux relais polarisés et une sonnerie à trembleur. Deux manettes de commutateurs, placées à la partie supérieure du tableau, permettent de mettre les deux sections de ligne à la terre ou bien en communication directe par la plaque CD (fig. 123).

Lorsqu'un poste appelle en appuyant sur son bouton-poussoir, il fait, à chaque coup, avancer d'une division les aiguilles de tous les rappels simultanément. Lorsque, dans un poste, l'aiguille s'arrête sur le numéro de ce poste ou sur *dépêche circulaire,* la sonnerie d'appel se fait entendre jusqu'à ce que l'agent appelé ait répondu en amenant l'aiguille sur *ligne occupée* et ait poussé son commutateur sur *correspondance.* La transmission terminée, l'aiguille est ramenée, d'un coup de

Digitized by Google

bouton, sur *ligne libre*, puis le commutateur remis sur *attente*. Chacun des relais polarisés R^1, R^2 a une résistance de

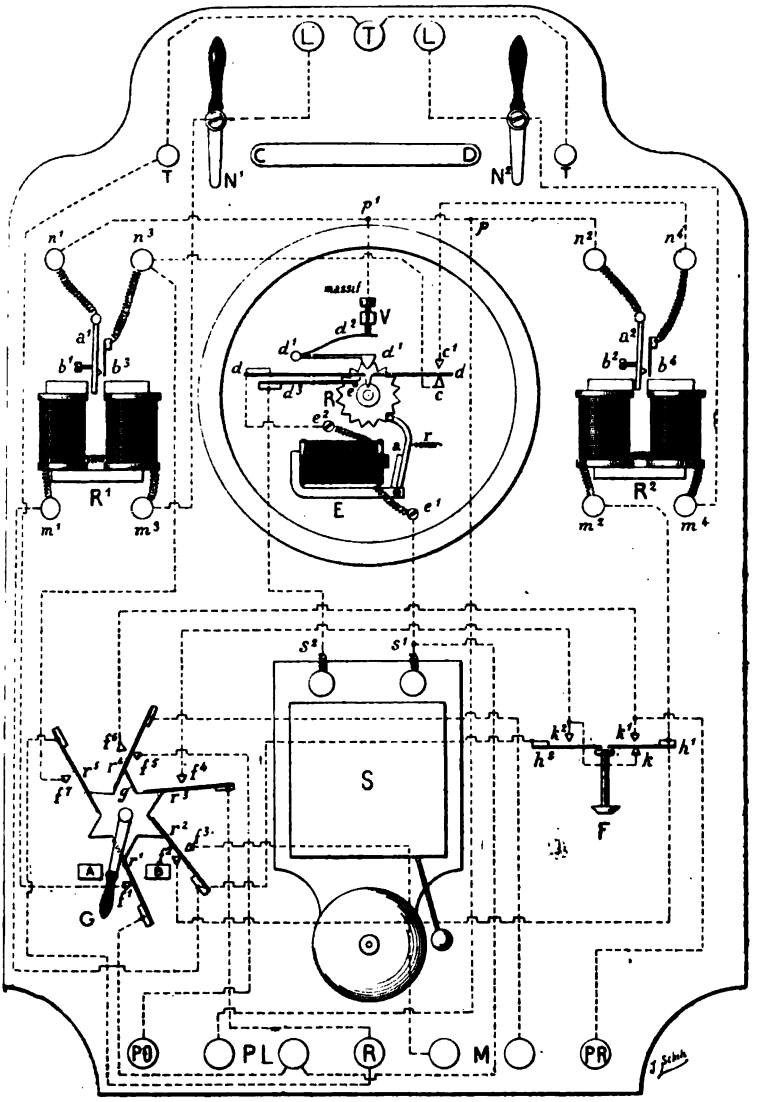


Fig. 123. — Rappel-omnibus Bréguet-Rodary.

60 ohms; leur armature a^1, a^2 se déplace entre une butée de repos b^1, b^2, et une butée de travail b^3, b^4. Ces relais fonctionnent comme des rappels par inversion de courant qui

Digitized by Google

pourraient leur être substitués. Ils sont réglables de l'extérieur au moyen d'une aiguille surmontée d'une poignée. Les indications utiles pour effectuer le réglage sont inscrites sur le couvercle de la boîte.

Le mécanisme qui fait avancer l'aiguille indicatrice sur le cadran comprend un électro-aimant E, dont la résistance est de 10 ohms. L'armature *a*, commandée par un ressort antagoniste *r*, se termine par une tige recourbée dont l'extrémité est engagée entre les dents d'une roue étoilée R. Les dents de cette roue égalent en nombre les divisions du cadran.

Sur l'axe de la roue étoilée R est calée, au moyen d'un manchon en ébonite, l'aiguille indicatrice qui est entraînée en même temps que la roue. A la position de repos de l'aiguille (*ligne libre*) correspond, sur le manchon en ébonite, un cran dans lequel s'engage une came dépendant du ressort *dd;* ce ressort rencontre les butées *c*, c^1, suivant que la came est engagée dans son cran, ou bien que, la roue R ayant subi un déplacement angulaire, la came, dégagée du cran, a été soulevée et repose sur la périphérie du manchon. Plus haut, une seconde came, portée par le bras de levier d^1 d^1, et sollicitée de haut en bas par le ressort d^2, est engagée entre deux dents de la roue R et, sans s'opposer à son mouvement, l'empêche cependant d'avancer de plus d'une dent à chaque déplacement. La pression du ressort d^2 est réglée par la vis V. La roue R est percée, suivant une circonférence, d'autant de trous qu'elle porte de dents. Dans chacun de ces trous peut être vissée une cheville métallique *e*, mais, dans chaque bureau, il n'existe que deux chevilles, l'une placée en regard de *dépêche circulaire*, l'autre en regard du numéro que porte le bureau; la position de cette dernière varie donc d'un bureau à l'autre. Les chevilles sont disposées perpendiculairement à la roue R, et, dans leur plan de rotation, se trouve un ressort d^3 qu'elles rencontrent à un moment donné. De ce contact résulte la fermeture d'un circuit local, dans lequel est compris la sonnerie. Si la cheville *e* ne fait que passer sous le ressort d^3, le marteau de la sonnerie a à peine le temps de s'ébranler et il se produit un simple tintement; si, au contraire, le contact de la cheville *e* avec le ressort d^3 se prolonge, le fonctionnement de la sonnerie est continu.

A chaque émission de courant traversant l'électro-aimant E, l'armature *a* est attirée, pousse la roue R de droite à gauche et la fait avancer d'une dent, mais d'une seule; l'armature *a* est ramenée en arrière par le ressort antagoniste *r* et se trouve prête à obéir à une seconde émission de courant. A chaque

Digitized by Google

émission de courant, la cheville du bureau appelé avance d'un cran et, lorsque, au bureau appelant, l'aiguille se trouve sur le numéro du bureau appelé, la cheville de celui-ci est en contact avec le ressort d^3 et produit un appel continu. Les aiguilles de tous les bureaux fonctionnant simultanément, il est évident que lorsqu'au bureau appelant l'aiguille a passé sur la case 1, la cheville du bureau n° 1 a pris contact avec son ressort d^3, mais, l'appel ne s'adressant pas à ce bureau, une seconde émission a suivi la première, et le circuit de la sonnerie du poste n° 1 n'a été fermé qu'un instant. Il est donc bien entendu que pour qu'il y ait appel, il faut qu'il y ait tintement prolongé de la sonnerie.

Les appels se font au moyen du bouton F, après avoir préalablement manœuvré le commutateur G.

Le commutateur G peut occuper deux positions : *attente* lorsque la manette est dirigée vers la plaque A; *correspondance*, lorsqu'elle est inclinée vers la plaque B.

La manette G commande une étoile à six branches g, en matière isolante, sur laquelle reposent cinq ressorts r^1, r^2, r^3, r^4, r^5. Lorque G est sur *attente*, r^1 est en contact avec la vis f^1, r^2 avec f^2, r^4 avec f^3; r^3 et r^5 sont isolés. Lorsque G est sur *correspondance*, r^1 est isolé, r^2 s'appuie sur f^3, r^3 sur f^4, r^4 sur f^6, r^5 sur f^7.

Le bouton-poussoir, de forme conique, agit sur la tige F et la chasse de bas en haut; le ressort h^1 abandonne le plot k et prend contact avec le plot k^1, le ressort h^2 s'applique sur le plot k^2.

Lorsque le rappel est mis en relation avec la table de manipulation, c'est-à-dire, lorsqu'il est installé et prêt à fonctionner, les deux sections de ligne sont attachées aux bornes L, L, la borne T est à la terre.

La borne PO est réunie au pôle négatif de la pile de ligne ordinaire, dont le pôle positif est à la terre. A l'intérieur du rappel, et lorsque le commutateur G est dans la position *attente*, cette borne PO est en relation avec la borne M de droite, reliée elle-même à l'enclume de travail du manipulateur. La borne PO est isolée en f^3 lorsque le commutateur est dans la position de *correspondance*.

Cette disposition permet, lorsque les lignes rattachées au rappel sont libres ou en communication directe, de travailler avec d'autres lignes, reliées à la table de manipulation, en disposant convenablement les commutateurs de cette table.

Les bornes PL reçoivent les deux pôles de la pile locale. Celle de gauche communique avec les armatures a^1, a^2 des deux relais polarisés et avec la vis de réglage V du ressort de la came

Digitized by Google

d'arrêt de l'étoile R ; celle de droite est reliée en s^1 à la sonnerie, en e^1, à la bobine de l'électro-aimant E et au ressort r^1 qui est à la terre lorsque le commutateur G est dans la position d'attente.

La borne R est reliée au récepteur. A l'intérieur du rappel, elle communique avec les ressorts r^3 et r^5 du commutateur G ; elle est isolée en ces points lorsque le commutateur est dans la position d'attente.

Les bornes M sont reliées, celle de gauche à la partie centrale du manipulateur, celle de droite à l'enclume de travail de ce dernier. A l'intérieur du rappel, elles sont reliées : la première au plot f^3, la seconde au ressort r^4.

La borne PR communique avec le pôle positif de la pile des relais, le pôle négatif étant réuni à la borne R.

A l'intérieur du rappel, la borne PR est en relation avec le plot de travail k^1 du bouton-poussoir F et avec le plot f^6 du commutateur G.

Le plot f^1 du commutateur G est à la terre par la borne T ; le plot f^2 est réuni au ressort h^1 du bouton-poussoir et, en m^2, au fil des bobines du relais R^2. Le plot f^4 correspond aux contats k^2, k du bouton-poussoir, le plot f^7, par n^3, à la butée de travail b^3 du relais R^1 et au plot c.

Le ressort r^2 est réuni, en m^1, aux bobines du relais R^1 et au ressort h^2 du bouton-poussoir.

Par m^3, le relais R^1 communique avec la manette N^1 et la borne L de gauche ; par m^4, le relais R^2 communique avec la manette N^2 et la borne L de droite.

La butée de travail b^4 du relais R^2 est réunie au plot c^1 ; enfin, le ressort d est réuni à l'électro-aimant E en e^2 et le ressort d^3 à la sonnerie S en s^2.

Lorsqu'un poste veut en appeler un autre, il doit :

1° S'assurer que l'aiguille de son cadran est sur *ligne libre* et que les commutateurs de sa table de manipulation sont convenablement disposés pour le mettre en relation avec le rappel, c'est-à-dire qu'ils sont sur sonnerie ;

2° Placer le commutateur du rappel sur *correspondance ;*

3° Abaisser son manipulateur pour amener l'aiguille de tous les cadrans de la ligne sur la position *attaque ;*

4° Pousser le bouton d'appel, lentement et à fond, autant de fois qu'il est nécessaire pour amener l'aiguille du cadran sur le numéro correspondant au poste appelé (les aiguilles de tous les cadrans de la ligne suivent le même mouvement).

Le poste attaqué entend le bruit continu de sa sonnerie, il doit alors :

Digitized by Google

1° Placer le commutateur de son rappel sur *correspondance*.

2° Répondre par le nombre de coups de bouton nécessaire pour amener son aiguille et, par suite, celle de tous les postes sur *ligne occupée*.

La correspondance s'engage alors sans se préoccuper davantage du rappel.

Celle-ci terminée, le poste appelant pousse son bouton une seule fois et ramène ainsi toutes les aiguilles sur l'indication *ligne libre;* les deux correspondants remettent ensuite leur commutateur dans la position *attente*.

Lorsqu'il s'agit d'une dépêche circulaire, le nombre des coups de bouton destinés à l'appel doit être tel que toutes les aiguilles soient sur la case *dépêche circulaire*. Un coup de bouton supplémentaire porte les aiguilles sur la case *ligne occupée*. Les postes sont ensuite appelés par leur indicatif.

Au premier appel, fourni par le manipulateur qui envoie un courant négatif, le circuit est ainsi constitué :

Poste appelant : pôle positif de la pile des rappels, borne PR, f^6, r^4, borne M de droite, enclume de travail du manipulateur, massif du manipulateur abaissé, borne M de gauche, f^3, r^2, m^1, R^1, m^3, L de gauche; le pôle négatif de la pile est relié à la borne R et communique avec la borne L de droite par r^3, f^1, k^2, k, h^1, m^2, R^2, m^4.

La ligne et tous les postes qu'elle dessert sont traversés par le courant qui, étant donné son sens, fait fonctionner tous les relais de gauche.

Postes sur attente : (ces postes comprennent le poste appelé). Suivant que ces postes sont situés en deçà ou au delà du poste appelant, le courant y pénètre par la borne L de gauche ou par la borne L de droite. Dans le premier cas, le trajet suivi est : L de gauche m^3, R^1, m^1, r^2, f^2, h^1, m^2, R^2, m^4, L de droite; dans le second cas, le courant traverse le rappel par L de droite, m^4, R^2, m^2, h^1, f^2, r^2, m^1, R^1, m^3, L de gauche.

Dans tous les postes, le circuit local du relais R^1 est fermé par le contact de l'armature a^1 avec le ressort b^3. Ce circuit comprend : pôle positif de la pile locale, borne PL de gauche, p, p^1, n^1, a^1, b^3, n^3, c, dd, e^2, E, e^1, s^1, borne PL de droite, pôle négatif de la pile locale.

L'armature a de l'électro-aimant E est attirée; elle pousse de droite à gauche la roue R qui avance d'une dent; en même temps, la came de dd est sortie de son cran et s'appuiera désormais, et jusqu'à ce que la roue R ait exécuté une révolution complète sur la périphérie en ébonite du manchon; le ressort dd

Digitized by Google

se trouve ainsi exhaussé, abandonne le plot *c* et prend contact avec le plot c^1. L'aiguille de tous les cadrans est dans la position *attaque*.

Le bureau appelant agit alors sur le bouton-poussoir F qui envoie des courants positifs. A chaque coup de bouton, le pôle positif de la pile des rappels est mis en relation avec la borne L de droite par PR, k^1, h^1, m^2, R^2, m^4; le pôle négatif est mis en relation avec la borne L de gauche par la borne R et r^3, f^1, k^2, h^2, r^2, m^1, R^1, m^3. Les courants traversant le relais sont de sens inverse à celui précédemment émis par le manipulateur; c'est donc le relais R^2 qui fonctionnera, tandis que le relais R^1 restera inactif. Le circuit local sera fermé par : pôle positif de la pile locale, borne PL de gauche, p, n^2, a^2, b^4, n^4, c^1, dd, e^2, E, e^1, s^1, borne PL de droite, pôle négatif de la pile locale. L'armature de E sera attirée et, à chaque coup de bouton, fera avancer d'un cran la roue R et d'une division l'aiguille indicatrice.

Dans chacun des autres bureaux, le circuit sera fermé d'une manière analogue.

Il est à remarquer que le pôle positif de la pile locale est constamment en relation avec la roue étoilée R par PL de gauche, p, p^1, V, d^2, d^1; le pôle négatif de cette pile est relié en s^1 à la sonnerie S qui communique d'autre part avec le ressort d^3. Ce circuit est fermé toutes les fois qu'une goupille *e* de la roue R rencontre le ressort d^3. Si le contact est de courte durée, la sonnerie fonctionne à peine; si le contact se prolonge, le tintement devient continu; c'est ce qui se passe au poste appelé, l'aiguille indicatrice restant sur le numéro de ce poste jusqu'à ce que l'employé ait pris la position de *correspondance* et amené, par les mouvements répétés de son bouton d'appel, toutes les aiguilles sur la case *ligne occupée*.

Pendant la transmission, les deux postes en relation sont seuls dans la position *correspondance*, tous les autres sont sur *attente*.

Il en résulte que le courant du poste qui transmet circule sur toute la ligne, mais le récepteur de la station destinataire n'est actionné que par le courant d'une pile locale.

Le courant de ligne traverse le relais de droite de chacun des postes dont le commutateur est dans la position *attente*, mais il le traverse dans un sens tel qu'il ne le fait pas fonctionner. Dans le poste qui reçoit et dont le commutateur est sur le plot *correspondance*, le courant de ligne traverse le relais de gauche, le fait fonctionner, et c'est l'armature de ce relais qui ferme le circuit de la pile locale sur le récepteur.

Digitized by Google

En résumé, les relais de droite sont des relais d'appel, ce sont eux qui ferment le circuit local du cadran indicateur; les relais de gauche sont des relais de correspondance, ce sont eux qui ferment le circuit local du récepteur.

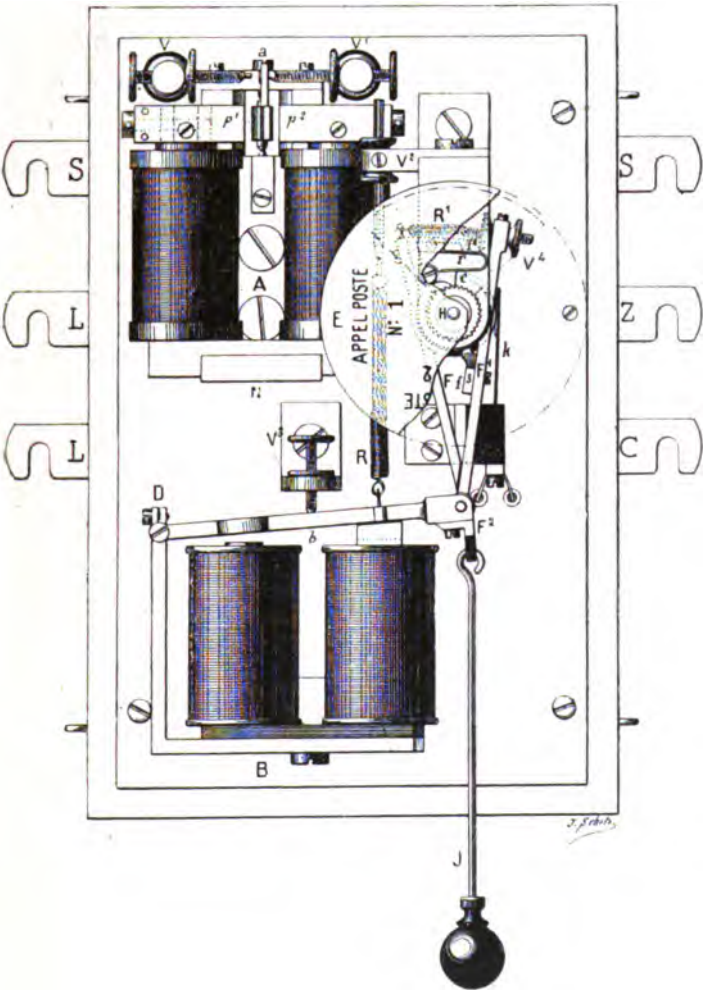


Fig. 124. — Rappel des chemins de fer de l'État (vue de face).

Dans le cas où un dérangement local ne permettrait pas à un poste de communiquer, il devrait mettre les manettes des commutateurs sur la bande CD (communication directe), de façon à ne pas immobiliser les autres postes de la ligne.

Digitized by Google

Rappel des chemins de fer de l'État. — Ce rappel, récemment mis en service, est dû à M. Sarroste, chef du service télégraphique des chemins de fer de l'État. Il est établi pour trois postes, cela suffit aux besoins de l'exploitation, mais il pourrait être construit pour un nombre plus considérable de bureaux. Le mécanisme en est très simple.

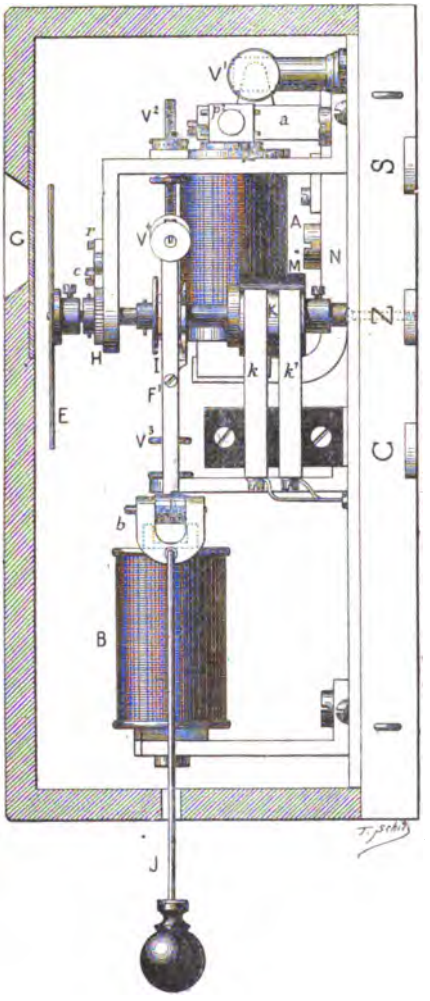


Fig. 125. — Rappel des chemins de fer de l'État (vue de profil).

L'installation est la même dans tous les postes, à cette exception près, qu'un commutateur qui ferme le circuit local de la sonnerie a une orientation différente de poste en poste.

Un relais polarisé A est embroché dans chaque poste sur le circuit de ligne (fig. 124, 125, 126). L'armature *a* constitue l'un des pôles d'un aimant N, dont l'autre pôle supporte la culasse de l'électro-aimant A. Cette armature est mobile autour d'un axe vertical et peut se déplacer entre les pièces polaires p^1, p^2, montées à glissière, pour en faciliter le réglage; elle s'appuie sur la vis V ou sur la vis V', mais, normalement, elle reste en contact avec la vis V' qui n'a aucune communication électrique. Un courant de sens convenable l'oriente sur la vis V reliée à un autre électro-aimant B, dont la résistance est de 50 ohms et qui fonctionne en local. La résistance de l'électro-aimant A est de 500 ohms.

L'armature *b* de l'électro-aimant B est articulée en D et commandée par un long ressort antagoniste R, réglable au moyen

Digitized by Google

de la vis V^2, guidée dans son écrou et manœuvrée par deux boutons moletés. L'écartement de l'armature *b* est limitée par la vis V^3.

Sur cette armature, en F^2, sont articulés deux bras de levier F, F^1, réunis entre eux, à leur partie supérieure, par un ressort à boudin R. Entre ces deux leviers passe un axe horizontal qui supporte un disque E, divisé en quatre parties égales pouvant successivement apparaître à travers un guichet pratiqué dans la boîte qui recouvre l'appareil. Le premier quart du disque est blanc et indique que la ligne est libre, le second porte l'indication, *appel poste n°* 1, le troisième *appel poste n°* 2, le quatrième *appel poste n°* 3. Pour un nombre plus considérable de postes, le disqne serait divisé différemment et d'ailleurs, il n'en fonctionnerait que mieux, ses déplacements angulaires devenant moins considérables.

L'axe du disque porte :

1° Un encliquetage;

2° Deux roues juxtaposées; la roue antérieure a huit dents, la roue postérieure n'en a que quatre.

3° Un commutateur.

L'encliquetage est formé par une roue à rochet H, calée sur l'axe; un cliquet *c*, pressé par le ressort *r*, permet à la roue H de tourner de gauche à droite, mais s'oppose à tout mouvement rétrograde. Lorsque la roue H est entraînée par l'axe, le cliquet *c* saute par-dessus la denture. Le mouvement du disque E et de son axe est provoqué par les déplacements de l'armature *b*.

Lorsque l'armature *b* est attirée, les tiges F, F^1 s'abaissent avec elle; l'ergot f^1 de la tige F^1 s'appuie sur la dent 1 de la roue antérieure et force cette roue à tourner de gauche à droite, mais, dans ce mouvement, la roue n'a avancé que d'une dent parce que le crochet f^4 (fig. 124) a arrêté l'une des quatre dents de la roue postérieure. Le déplacement angulaire du système comprenant les deux roues dentées, le disque et son axe, n'a été que de 45°. Pour obtenir la déviation de 90° qui est nécessaire, on a utilisé le relèvement de l'armature *b*; lorsque, après le passage du courant dans les bobines de B, le ressort antagoniste R ramène l'armature *b* à sa position initiale, les leviers F, F^1, sont entraînés de bas en haut, l'ergot *f* de F pousse de gauche à droite la dent 5 de la roue antérieure, tandis que le doigt f^3 de F^1 arrête la dent de la roue postérieure qui se présente devant lui; il y a donc eu un nouveau déplacement angulaire de 45° qui a amené l'indication *appel poste n°* 1 devant le guichet. Une seconde émission de courant produirait encore un double dépla-

Digitized by Google

cement du disque qui tournerait, en deux fois, d'un angle de 90° degrés.

Le commutateur tourne avec l'axe du disque. Il se compose d'un cylindre isolant M, sur lequel reposent deux ressorts isolés l'un de l'autre *k*, *k'*. Suivant une des génératrices du cylindre est incrustée une bande métallique K qui, au premier poste, se trouve dans le premier quadrant, au second poste dans le deuxième quadrant, au troisième poste dans le troisième quadrant. Lorsque la bande métallique K passe sous les deux ressorts *k*, *k'* elle les réunit et ferme le circuit local de la sonnerie.

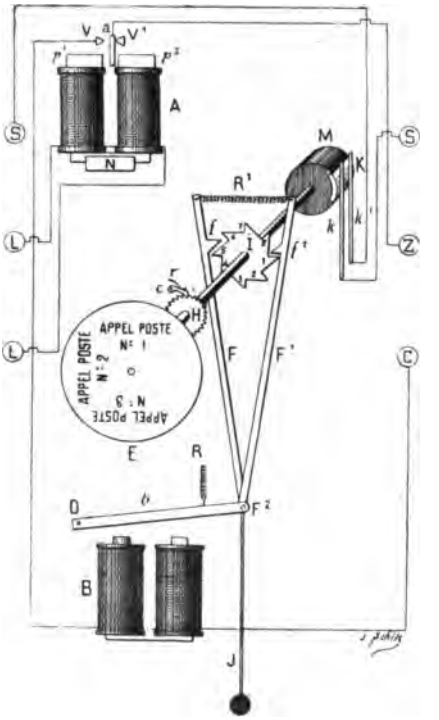


Fig. 126. — Rappel des chemins de fer de l'État (schéma).

Six agrafes servent à relier le rappel aux conducteurs extérieurs. Ces agrafes communiquent :

S de gauche avec *k'* ;

L { avec le fil des bobines de l'électro-aimant A ;

S de droite avec *k* ;

Z avec l'armature *a* de l'électro-aimant A ;

C avec l'entrée des bobines de l'électro-aimant B, dont la sortie est réunie à la vis V, butée de travail de l'armature *a*.

Il y a ainsi trois circuits bien distincts : circuit de ligne : L, A, L ; circuit local du rappel : pile locale C, B, V, *a*, Z ; circuit local de la sonnerie : pile locale, sonnerie, S, *k'*, K, *k*, S.

Si, par suite d'un dérangement, le disque ne revenait pas à sa position de repos, on l'y ramènerait aisément à la main ; à cet effet, une tringle J, articulée par un étrier avec l'armature *b*, permet de manœuvrer celle-ci.

Il est bien entendu que les transmissions s'échangent avec un courant de sens contraire à celui qui a servi aux appels ; les postes sont donc munis de commutateurs inverseurs.

Digitized by Google

Rappel-parleur Marchand. — Le système Marchand consiste à installer des parleurs embrochés dans une série de postes desservis par le même fil, les postes intermédiaires ne disposant que de piles locales, les postes extrêmes ayant des piles de ligne, d'égale force et montées en opposition.

Le parleur en lui-même n'offre rien de bien particulier; l'armature, lorsqu'elle est attirée, vient buter contre une colonne métallique avec laquelle elle prend contact.

Le réglage se fait au moyen d'une manette extérieure (fig. 127) qui commande le ressort antagoniste. Il faut incliner la manette vers la gauche, lentement et insensiblement, lorsque les points manquent; on manœuvre la manette vers la droite lorsque les signaux sont collés les uns aux autres.

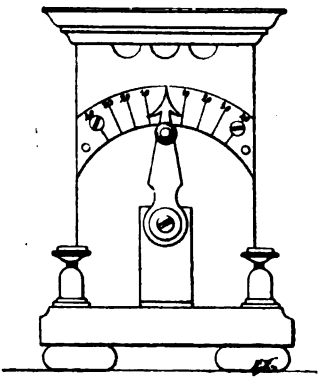


Fig. 127. — Rappel-parleur Marchand.

La partie originale du système réside tout entière dans l'installation des communications et dans les modifications apportées au récepteur Morse.

Le levier de mise en marche et d'arrêt a^1 de ce récepteur (fig. 128) a été garni d'un commutateur b^1; le récepteur lui-même porte une borne supplémentaire l^1. Lorsqu'on tire le levier de droite à gauche, c'est-à-dire lorsqu'on met le récepteur en marche, le commutateur, placé sous le socle de l'appareil, intercale ce dernier dans le circuit d'une pile locale, en même temps qu'il met à la terre la borne *pile* du manipulateur.

La figure 128 représente le montage de deux postes extrêmes, avec un poste intermédiaire.

Dans les postes extrêmes, la pile de ligne est placée entre le parleur et la terre; le pôle positif est relié à l'entrée de la bobine du parleur, tandis que la sortie est réunie à la ligne; le pôle négatif est à la terre.

Entre la borne *ligne* et la borne *appareil* du manipulateur, on a intercalé, sous le socle de ce dernier, mais dans les postes extrêmes seulement, une bobine R^1, R^2, qui se trouve interposée entre la pile de départ et la terre. Cette résistance additionnelle a pour objet d'éviter la polarisation de la pile; elle permet aussi au parleur de départ de fonctionner sans qu'il soit nécessaire de modifier le réglage, que le poste reçoive ou transmette.

Digitized by Google

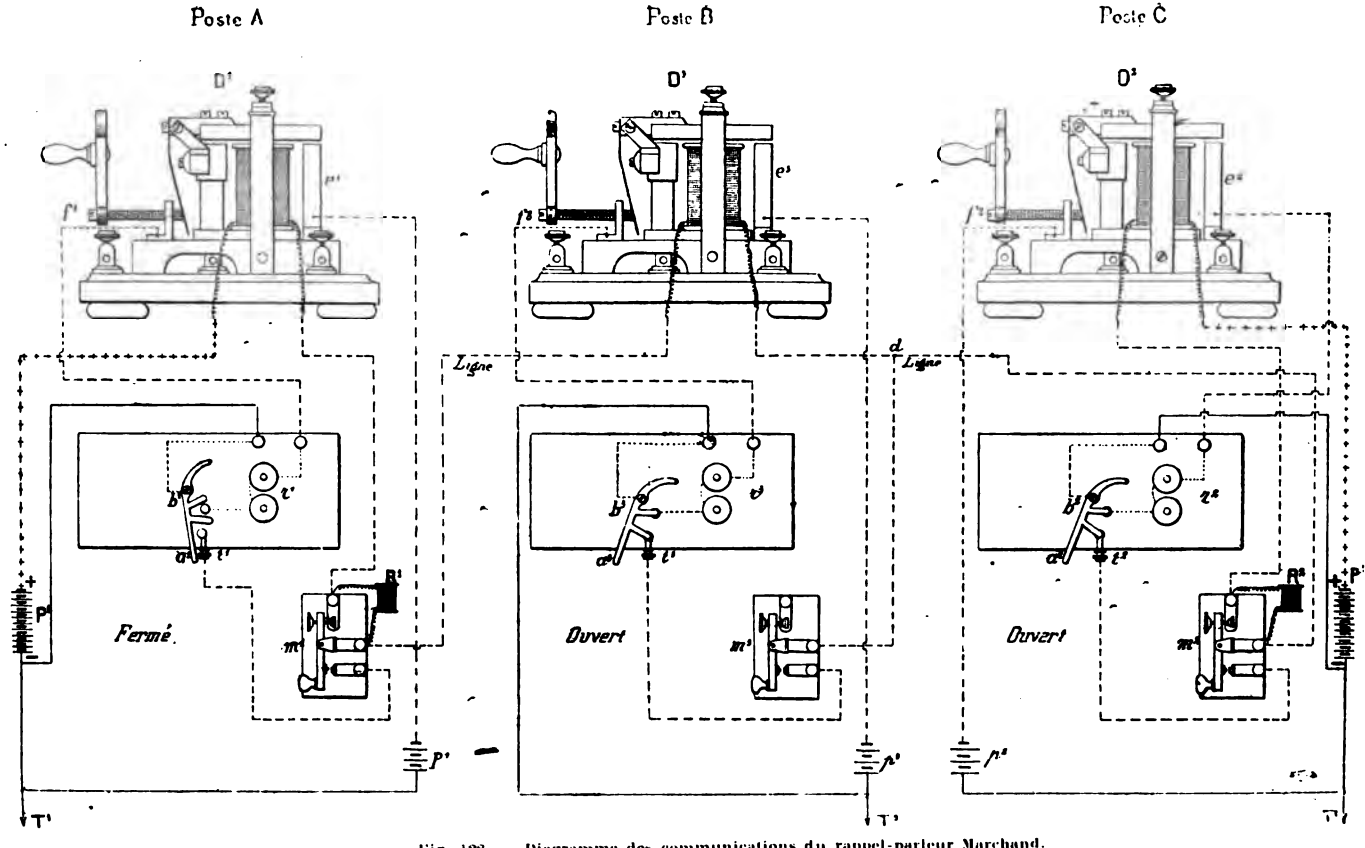


Fig. 128. - Diagramme des communications du rappel-parleur Marchand.

Digitized by Google

Lorsqu'un poste, quel qu'il soit, veut en appeler un autre, il ouvre son récepteur. Par la manœuvre du levier de mise en marche, qui entraîne le commutateur, le récepteur se trouve dans le circuit de la pile locale et la borne *pile* du manipulateur est à la terre, comme dans les postes C, B.

A l'aide de son manipulateur, le poste appelant transmet l'indicatif du poste appelé jusqu'à ce que celui-ci ait répondu; les postes sont numérotés, et le numéro du poste appelé est suivi du numéro du poste appelant; tous les parleurs de la ligne répètent ces indicatifs, mais le poste appelé répond seul, le rythme de son parleur lui permettant de reconnaître son indicatif.

Quand ce poste a répondu, la correspondance est engagée, à la manière ordinaire, et, le collationnement reçu, les deux postes arrêtent le mouvement d'horlogerie de leur récepteur, en poussant le levier d'arrêt; cette manœuvre rétablit la communication directe du fil de ligne.

Le récepteur du poste qui transmet étant ouvert, la bande se déroule et fournit ainsi un contrôle de la transmission.

Le poste qui entend son indicatif répété par son parleur met son récepteur en marche, répond avec son manipulateur, reçoit le télégramme qui lui est destiné, le collationne et referme son récepteur.

Lorsqu'il s'agit d'un télégramme collectif, cas fréquent dans le service des voies ferrées, un signal particulier l'indique. Le poste appelant transmet les lettres R G, ce qui veut dire *rappel général;* à ce signal, tous les postes doivent répondre par ordre de numéro.

Soit le poste B appelant un des postes de la ligne. Au moment de l'appel, le récepteur de B est disposé comme sur la figure 128; tous les autres récepteurs sont, au contraire, fermés, comme celui de A. Chaque fois que B abaisse son manipulateur, il ferme, dans son poste même, le circuit des deux piles de ligne P^1, P^2 disposées aux postes extrêmes A, C. En effet, par la dérivation *d*, le manipulateur m^3 abaissé, la borne t^3 et le commutateur b^3, les pôles positifs des piles P^1, P^2 sont mis à la terre en T^3. La pile P^1 actionne les parleurs embrochés entre A et B, la pile P^2 ceux qui sont situés entre B et C. Le poste C, reconnaissant son indicatif répercuté par son parleur, ouvre son récepteur pour répondre. En abaissant son manipulateur m^2, il met à la terre en T^2 le pôle positif de la pile P^2. à travers son parleur D^2, la résistance R^2 et le commutateur b^2; le pôle positif de la pile P^1 est également mis à la terre en T^2 par le manipulateur m^2 et le commutateur b^2, mais sans traverser la résistance R^2. Tous les parleurs de la

Digitized by Google

ligne fonctionnent donc, comme pendant l'appel par le poste B.

Dans tous les postes dont le récepteur est fermé, les signaux ne s'enregistrent pas, puisque l'électro-aimant du récepteur est isolé au commutateur b^1, comme en A ; il n'en est plus ainsi dans les postes qui ont ouvert leur récepteur, comme B et C. Là, le circuit des pites locales p^2 et p^3 est fermé par l'armature du parleur rencontrant la colonne e^2, e^3. Au poste B, ce circuit local comprend : p^3, e^3, D^3, f^3, r^3, b^3, T^3 ; au poste C, il se compose de : p^2, e^2, D^2, f^2, r^2, b^2, T^2 ; les récepteurs de C et B, postes en correspondance, fonctionnent donc sous l'action des piles locales de ces postes.

Le système Marchand est employé sur certaines lignes du réseau des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Rappel général Claude. — Le rappel général Claude permet d'intercaler un certain nombre de postes sur le parcours d'un même fil conducteur et d'exploiter ces postes dans les conditions suivantes :

1° L'installation est identique dans tous les postes ; cependant, seuls les deux postes extrêmes communiquent avec la terre ;

2° Chaque poste peut appeler l'un quelconque des autres, lui transmettre directement des télégrammes et en recevoir de lui, sans que les autres postes puissent intervenir, sans qu'ils aient connaissance des communications échangées, l'appareil indiquant seulement que la ligne est occupée et par qui elle est occupée ;

3° Chaque poste peut transmettre un télégramme collectif en appelant tous les autres postes ;

4° Le fonctionnement général est toujours assuré, même lorsqu'il se produit des dérangements dans les appareils d'un poste, c'est-à-dire qu'un accident de ce genre n'a aucune influence sur la marche du courant et que la communication des autres postes n'est aucunement entravée ;

5° Les postes installés sur la ligne peuvent être des postes téléphoniques ou des postes télégraphiques ; on peut même disposer sur le même conducteur des postes télégraphiques et des postes téléphoniques ; en effet, en complétant l'installation des postes télégrapbiques par une installation téléphonique, on leur permettra de correspondre exclusivement entre eux par le télégraphe et avec les autres postes par le téléphone.

Dans tous les postes télégraphiques, l'installation comprend : un relais double, un rappel à deux cadrans dont l'un indique le poste appelant et l'autre le poste appelé, un récepteur Morse, une sonnerie, un commutateur spécial et un manipulateur Morse

Digitized by Google

à double contact ou bien un manipulateur Morse ordinaire avec un commutateur inverseur.

Chaque poste est désigné par un numéro.

Le relais double qui, dans le début, était formé par deux relais polarisés placés l'un à côté de l'autre, affecte aujourd'hui une autre forme.

Deux longs barreaux aimantés NS, N'S' (fig. 129) embrassent entre leurs pôles de noms contraires deux bobines annulaires B, B', montées sur des axes verticaux A, A', très mobiles sur leurs pivots.

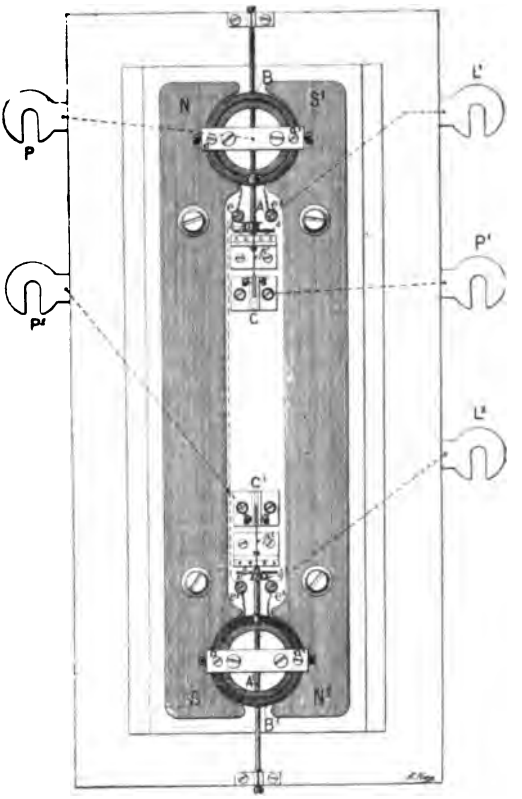


Fig. 129. — Relais Claude.

Les deux bobines, ainsi placées dans des champs magnétiques, sont disposées, l'une à la partie supérieure du relais, l'autre à la partie inférieure; elles sont associées en série et sont toutes les deux traversées par les courants émis sur la ligne.

Par suite de leur situation entre les pôles des deux aimants, elles fonctionnent comme des rappels par inversion de courant. En effet, la bobine supérieure ayant à sa gauche un pôle Nord, par exemple, et à sa droite un pôle Sud, déviera de gauche à droite sous l'action d'un certain courant; mais le même courant aura évidemment un effet contraire sur la bobine inférieure, qui a à sa gauche un pôle Sud et à sa droite un pôle Nord. Sous l'action d'un courant de sens déterminé, l'une des bobines sera donc déviée à gauche, l'autre à droite. Les vis de réglage a, a' limitent ces déviations.

Digitized by Google

L'axe vertical A, A' de chacune des bobines porte un appendice horizontal b, b' dont les écarts sont limités par les butées a, a'. Un ressort antagoniste en spirale s, s', analogue à ceux des montres, maintient les bobines B, B' appliquées contre les butées de gauche a, a; mais lorsque le courant tend à dévier la bobine vers la droite, le ressort s, s' cède et l'appendice b, b' vient rencontrer un ressort vertical p', p^2 monté sur une pièce C, C' isolée du massif. Le contact de la pièce b avec le ressort p' ferme un circuit local, le contact de la pièce b' avec le ressort p^2 en ferme un autre.

Le relais que la disposition de ses organes rend très sensible, porte cinq agrafes que nous désignerons par les lettres P, P', P², L', L².

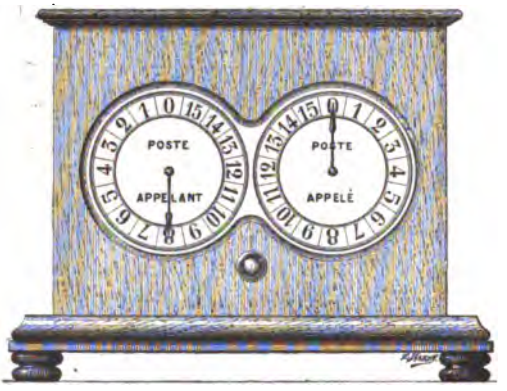


Fig. 130. — Rappel général Claude.

Les communications électriques sont les suivantes :

L' avec e' entrée de la bobine B;

L² avec e^3 sortie de la bobine B';

e sortie de la bobine B avec e^2 entrée de la bobine B';

P avec le massif et, par conséquent, avec b et b';

P' avec p';

P² avec p^2.

D'après ce qui précède, on voit que le courant entrant par L' ressort par L² après avoir traversé les deux bobines B, B', mais qu'une seule de ces bobines est déviée vers la droite et que, suivant le sens du courant, c'est la bobine supérieure ou la bobine inférieure. On voit aussi que lorsque la bobine B est déviée vers la droite le circuit est fermé entre P et P', tandis qu'il est fermé entre P et P² lorsque la bobine B' est déviée vers la droite. Le courant de ligne traverse purement et simplement le relais pour passer de la section de ligne attachée à l'agrafe L' à la section de ligne attachée à l'agrafe L².

Le rappel, dont la figure 130 montre la forme générale, se compose, en quelque sorte, de deux récepteurs à cadran juxtaposés et dont les mouvements d'horlogerie sont actionnés par le même barillet. Les aiguilles des deux cadrans tournent en sens inverse. L'aiguille du cadran de droite, *poste appelé*, se

Digitized by Google

ment de gauche à droite, comme les aiguilles d'une montre; l'aiguille du cadran de gauche, *poste appelant*, se meut de droite à gauche.

A chaque émission positive traversant la ligne, l'aiguille du cadran de droite avance d'une division; à chaque émission négative, c'est l'aiguille du cadran de gauche qui avance d'une case.

Chacun des deux cadrans porte autant de cases, plus deux,

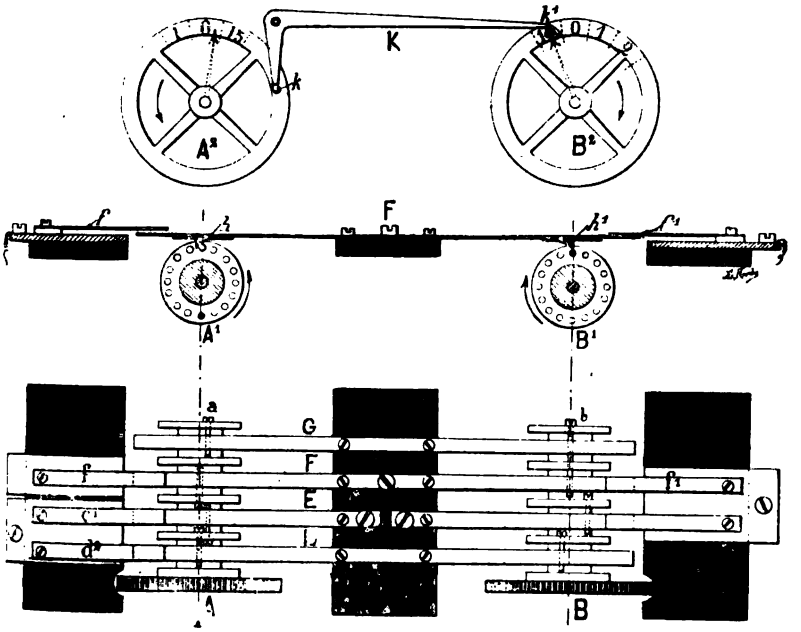


Fig. 131. — Détails du rappel général Claude.

qu'il existe de postes sur la ligne. Les deux cases en plus correspondent, l'une à la croix, l'autre au rappel général de tous les postes.

L'axe de l'aiguille de chacun des cadrans porte des disques parallèles dans lesquels sont percés, suivant une circonférence, autant de petits trous qu'il existe de cases sur le cadran. Ces trous sont destinés à recevoir des chevilles en acier dont la position varie suivant le numéro du poste.

Un jeu de ressorts-lames (fig. 131), garnis de cames en ivoire, se trouve en regard des disques, sur le parcours des chevilles, de telle sorte que les chevilles, en passant, soulèvent ces ressorts et les mettent en contact avec des plots convenablement dis-

Digitized by Google

posés, fermant ainsi certains circuits et en ouvrant d'autres. Par le jeu de ces ressorts, lorsque les aiguilles des deux cadrans sont l'une sur le numéro du poste appelé, l'autre sur le numéro du poste appelant, ces deux postes sont en communication directe et le secret de la correspondance reste assuré entre eux. La même indication persistant sur les cadrans de tous les postes pendant toute la durée de la communication, ceux-ci savent que la ligne est occupée et par qui elle l'est.

Le rappel est muni de six bornes que nous appellerons L^1, L^2, P, P^1, P^2, R (fig. 132). Désignons par D, E, F, G les ressorts, par I, J, les deux électro-aimants dont les armatures commandent le mouvement des aiguilles. La borne L^1 communique avec le contact inférieur g du ressort G, la borne L^2 avec le contact inférieur g^1 du même ressort. La borne R est reliée au ressort F; les contacts supérieurs f, f^1 du ressort F sont réunis ensemble et aussi au contact inférieur e du ressort E. Le ressort E est en relation avec la borne P^1. Le contact supérieur e^1 du ressort E est relié au contact supérieur d^2 du ressort D, à l'électro-aimant J, uni lui-même à l'électro-aimant I dont le fil de sortie aboutit au contact inférieur d du ressort D. Le contact d^1 communique avec la borne P^2. Enfin, sur le conducteur de jonction des électro-aimants J, I, vient se greffer un fil aboutissant à la borne P.

Nous verrons comment fonctionnent les ressorts D, E, F, G en étudiant l'installation générale et l'ensemble des circuits.

Le commutateur (fig. 132) se compose d'une barrette isolante m commandant trois lames métalliques mobiles autour des axes m^1, m^2, m^3. Le commutateur sert à passer de la position de repos ou d'attente à la position de travail ou d'attaque et réciproquement. Dans la position d'attente, la lame m^1 repose sur le plot 1, la lame m^2 sur le plot 3, la lame m^3 est isolée. Dans la position de travail, la lame m^1 repose sur le plot 2, la lame m^3 sur le plot 4, la lame m^2 est isolée.

Les bornes sont au nombre de six : P, S, P^3, P^4, L^1, L^2; elles communiquent :

P avec l'axe de m^1;
S avec le plot 1;
P^3 avec l'axe de m^3;
P^4 avec le plot 4;
L^1 avec l'axe de m^2;
L^2 avec le plot 3.

Le manipulateur (fig. 132) est à double clé, l'une M envoyant des courants positifs, l'autre N des courants négatifs. Le massif de la clé M est relié à la borne L^2, celui de la clé N à la borne L^1.

Digitized by Google

Le plot de travail des deux clés communique avec la borne Z, le plot de repos avec la borne C.

Le courant émis par la clé M ferme le circuit PP^1 du relais; le courant émis par la clé N ferme le circuit PP^2.

Lorsque l'un des postes veut appeler, il amène l'aiguille du cadran *poste appelé* (fig. 130) sur le numéro du poste avec lequel il veut correspondre, puis il amène l'aiguille du cadran *poste appelant* sur son propre numéro. Par le fait de la position même des deux aiguilles sur les cadrans, la communication directe est établie entre les deux postes. Le dernier numéro du cadran sert à établir la communication générale ou collective.

Les relais, embrochés sur le fil de ligne, mis à la terre aux deux postes extrêmes, sont actionnés par la pile de ligne du poste appelant.

Le rappel, le récepteur et la sonnerie fonctionnent au moyen de piles locales.

Lorsque la communication est établie entre deux postes, tous les postes en sont avisés par la position des aiguilles de leur rappel, ces aiguilles indiquant les numéros des deux postes en correspondance.

La correspondance terminée, tous les rappels sont ramenés à la croix, ce qui indique que la ligne est libre.

Le commutateur est habituellement sur la position *attente*. Le poste qui veut en appeler un autre place son commutateur dans la position d'attaque ou de travail; puis, avec le levier M de son manipulateur, fait autant de contacts que le numéro du poste qu'il appelle contient d'unités. Ensuite, avec le bouton supplémentaire N de son manipulateur, il fait un nombre de contacts égal au numéro de son propre poste. Après ces opérations, les aiguilles de tous les rappels sont respectivement sur les numéros du poste appelé et du poste appelant.

Le poste appelé répond par son indicatif et la correspondance s'effectue comme si les rappels n'existaient pas.

Les transmissions terminées, le poste appelant ramène les aiguilles à la croix en faisant un nombre de contacts suffisant avec le bouton supplémentaire N de son manipulateur; il remet ensuite son commutateur sur la position *attente*.

Le poste appelé reçoit les attaques dans sa sonnerie; il met son commutateur dans la position de travail, répond par son indicatif et, après avoir échangé, dans les conditions ordinaires, ses télégrammes avec le poste appelant, remet son commutateur sur la position *attente*.

Dans le cas d'une dépêche collective à transmettre, le poste

Digitized by Google

appelant, par un nombre de contacts suffisant de son manipulateur M, amène l'aiguille du cadran *poste appelé* sur le dernier numéro de ce cadran; avec le bouton supplémentaire N du manipulateur, il amène l'aiguille du cadran *poste appelant* sur son propre numéro. Tous les postes, en mettant leurs commutateurs dans la position de travail, ont alors leur manipulateur et leur récepteur dans le circuit.

Le poste appelant attaque chacun des postes par son indicatif; lorsque tous ont répondu, il transmet la dépêche collective; le poste le plus éloigné collationne, et chacun des autres accuse réception.

Le poste expéditeur ramène ensuite les aiguilles à la croix par le procédé que nous avons déjà indiqué.

Les rappels doivent être remontés chaque jour.

La figure 132 représente l'installation d'ensemble d'un poste Morse avec un rappel Claude; cette figure nous permet d'étudier les combinaisons de circuits qui se produisent dans les différents postes pendant les appels et pendant le travail.

Sur la figure 132, la position du relais, du rappel et du commutateur est celle de ces instruments dans tous les postes d'une ligne inoccupée; les aiguilles des cadrans *poste appelant* et *poste appelé* de tous ces postes sont sur la croix.

Dans le relais, le circuit local est ouvert entre les bornes P, P^1 et P, P^2.

Dans le rappel, le ressort D est appuyé sur la butée inférieure *d*, le ressort E sur la butée supérieure e^1, le ressort G sur la butée inférieure g^1, le ressort F est isolé.

Le commutateur est dans la position *attente*, le manipulateur est au repos.

Supposons qu'un poste quelconque de la ligne en appelle un autre, soit, pour fixer les idées, le poste n° 2 appelant le poste n° 7:

Le poste n° 2 met son commutateur dans la position *attaque* et appuie sept fois sur la clé M de son manipulateur.

A chaque émission de courant, l'aiguille du cadran *poste appelé* avance d'une case, et voici comment: dans le poste appelant, la borne Z de la pile de ligne, reliée à P^4 du commutateur, se trouve, par la position de celui-ci, en communication avec P^3 par le plot 4 et la lame m^3. La borne P^3 étant reliée à la borne Z du manipulateur, lorsqu'on abaisse la clé M, cette borne Z communique avec L^2, *x*, *y*, L^1 du relais, les bobines du relais, L^2 et la section de ligne de droite. Le pôle positif C de la pile de ligne arrive à la borne C du manipulateur, au contact de repos de la clé N, à la borne L^1, à *z* et va directement à la section de ligne

Digitized by Google

de gauche. Dans tous les autres postes, le courant passe de la borne *Ligne 1* à la borne *Ligne 2* du paratonnerre, ou réciproquement, par *Ligne 1* du paratonnerre, z, L^1 du commutateur, m^2, 3, L^2 x, y, L^1 du relais, les deux bobines du relais, L^2 du relais et *Ligne 2* du paratonnerre.

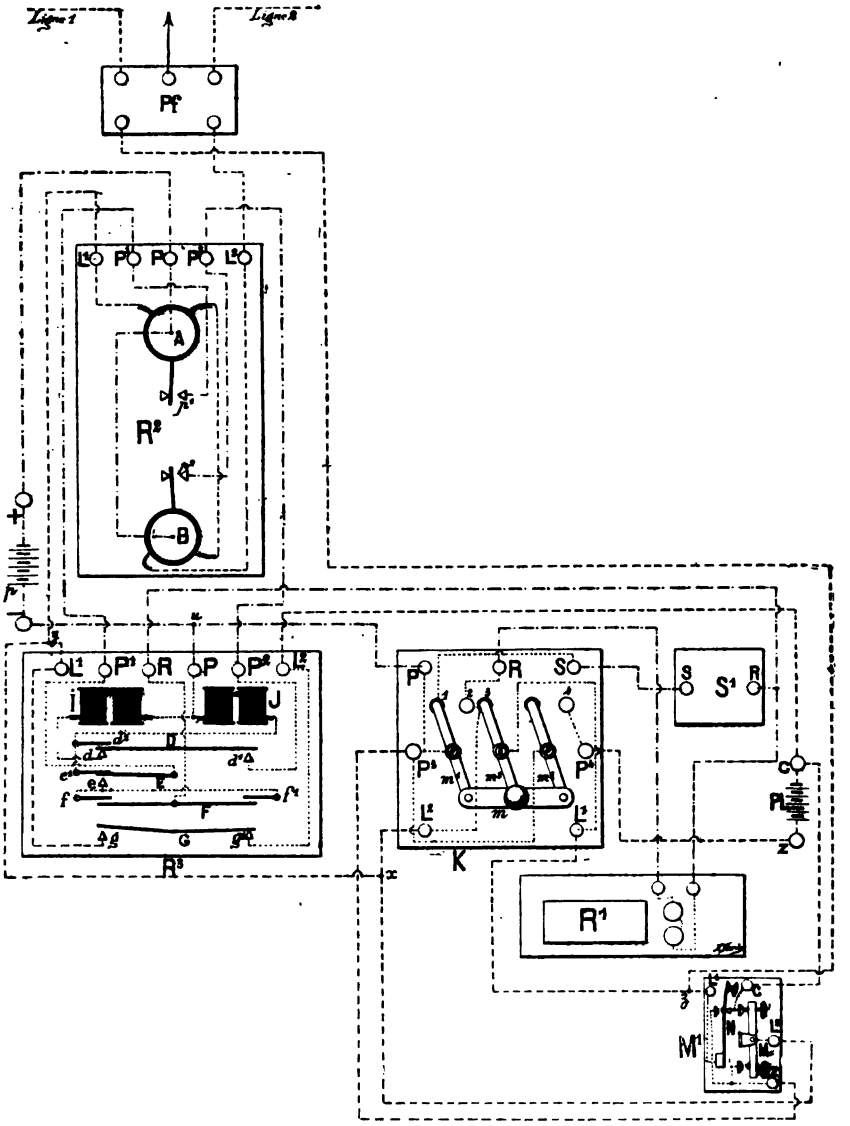


Fig. 132. — Installation d'un poste Morse avec le rappel Claude.

Digitized by Google

Le circuit de la pile de ligne est fermé, car, à l'un des postes extrêmes, la borne *Ligne 1* du paratonnerre est à la terre et à l'autre poste extrême la borne *Ligne 2* est également à la terre.

Tous les relais de la ligne fonctionnent donc.

La bobine supérieure, déviée vers la droite, ferme le circuit de la pile locale *p* sur l'électro-aimant J, par +, P du relais, bobine supérieure, P^1 du relais, P^1 du rappel, E, e^1, d^2, J, P du rappel, —. L'aiguille du cadran *poste appelé* avance d'une division à chaque émission de courant, mais les chevilles montées sur les disques qu'entraîne l'aiguille donnent une nouvelle orientation aux ressorts du rappel. Lorsque l'aiguille du cadran *poste appelé* est arrivée sur le numéro 7, numéro du poste appelé, les ressorts du rappel du poste appelé ont les positions suivantes :

Ressort D, appuyé sur les plots inférieurs *d* et d^1 ;

Ressort E, appuyé sur le plot supérieur e^1 ;

Ressort F, appuyé sur le plot supérieur f^1 et séparé du plot supérieur *f* ;

Ressort G, séparé des plots inférieurs *g*, g^1.

A ce moment, le poste appelant indique son numéro en abaissant la clé N et en envoyant sur la ligne des courants de sens contraire à ceux émis par la clé M.

Ces courants traversent le circuit de ligne comme les précédents, mais orientent les bobines inférieures des relais sur leur butée de travail p^2. Le circuit de la pile locale est alors fermé par +, P, p^2, P^2 du relais, P^2 du rappel, d^1, D, *d*, I, P du relais, —.

L'aiguille du cadran *poste appelant* se déplace, et, sous l'action des deux émissions nécessaires pour indiquer le numéro 2 du poste qui appelle, passe sur la case 1 du cadran pour s'arrêter sur la case 2.

L'aiguille du cadran *poste appelé* est, à ce moment, sur la division 7, celle du cadran *poste appelant* sur la division 2. Par suite de la position des chevilles dans les différents postes, les rappels ont leurs circuits disposés de la manière suivante :

Dans le poste appelant : Ressort D, appuyé sur les plots inférieurs *d* et d^1 ;

Ressort E, appuyé sur le plot inférieur *e* ;

Ressort F, appuyé sur le plot supérieur *f* ;

Ressort G, appuyé sur le plot inférieur g^1 ;

Dans le poste appelé : Ressort D, appuyé sur les plots inférieurs *d* et d^1 ;

Ressort E, appuyé sur le plot inférieur *e* ;

Ressort F, appuyé sur le plot supérieur f^1 ;

Ressort G, appuyé sur le plot inférieur *g*.

Digitized by Google

Dans les postes non intéressés :

Ressort D, appuyé sur les plots inférieurs d, d^1 ;

Ressort E, appuyé sur le plot inférieur e;

Ressort F, isolé;

Ressort G, appuyé sur les plots inférieurs g, g^1.

Dans tous les postes autres que le poste appelant, les commutateurs sont restés sur la position *attente*.

Si, à ce moment, le poste appelant manœuvre la clé M de son manipulateur, la bobine supérieure de tous les relais s'orientera sur sa butée de travail p^1, sans que pour cela l'aiguille du cadran *poste appelé* se déplace, car le circuit de l'électro-aimant J est ouvert en d^2, e^1 ; de même l'aiguille du cadran *poste appelant* reste immobile, le circuit de I étant ouvert en p^2. Au poste appelé, le circuit local sera fermé sur la sonnerie par +, P du relais, p^1, P^1 du relais, P^1 du rappel, E, e, f^1, F, R du relais, R S de la sonnerie, S du commutateur, 1, m^1, P du commutateur u, —. Dans les postes non intéressés, le circuit de la sonnerie restera ouvert par le ressort F qui est isolé.

Le poste appelé mettra son commutateur sur la position de travail, répondra avec la clé M de son manipulateur, et les transmissions pourront être échangées.

Le courant de la pile de ligne suivra le trajet suivant :

Poste manipulant :

Le courant de ligne partant de la borne de pile C passe par la borne C du manipulateur, la clé N, la borne L^1 du manipulateur, le point z, le paratonnerre et la ligne 1. La borne Z de la pile communique avec P^4, 4, m^3, P^3, la borne Z du manipulateur, la clé M abaissée, la borne L^2 du manipulateur, les points x et y, la borne L^1 du relais, les bobines A, B, la borne L^2 et la ligne 2.

La bobine A du relais est orientée par ce courant sur son plot de travail p^1, mais par ce fait, le circuit local des bobines I, J du rappel n'est pas fermé, car il est isolé en e^1, d^2 pour la bobine J, et en p^2 pour la bobine I. Le courant de la pile locale p traverse les bobines du récepteur par —, u, P du commutateur, m^1, 2, R, récepteur, R du rappel, F, f ou f^1, e, E, P^1 du rappel, P^1 du relais, p^1, P, +.

Poste recevant :

Le courant suit le trajet : ligne 1, z, L^1 du maniputateur, clé N, clé M, borne L^2 du manipulateur, x, y, borne L^1 du relais, bobines A, B, borne L^2, ligne 2.

La bobine A s'oriente sur sa butée de travail p^1 et ferme le circuit local sur le récepteur par +, P du relais, p^1, P^1 du relais.

Digitized by Google

P^1 du rappel, E, e, f ou f^1, F, R du rappel, récepteur, R du commutateur, 2, m^1, P du commutateur, u, —.

Poste neutre :

Le courant de ligne, en traversant le relais, oriente la bobine A sur sa butée de travail p^1, mais le circuit local reste ouvert. En effet, la bobine I du rappel est isolée en p^2, la bobine J en d^2, e^1, la sonnerie en F, le récepteur au plot 2 du commutateur.

Lorsque les transmissions sont terminées, le poste appelant ramène toutes les aiguilles à la croix. Pour cela, il agit sur la clé N de son manipulateur le nombre de fois qu'il est nécessaire pour amener l'aiguille du cadran *poste appelant* sur la dernière division de ce cadran, c'est-à-dire sur celle qui est située immédiatement avant la croix ; là, l'aiguille s'arrête et toutes les émissions de courant qui suivent agissent sur le cadran *poste appelé*. En effet, le levier enclencheur K (fig. 131) a arrêté le cylindre qui porte l'aiguille du cadran *poste appelant;* en même temps, le ressort D est venu s'appuyer sur la butée d^2 fermant ainsi le circuit local sur l'électro-aimant J par —, u, P du rappel, J, d^2, D, d^1, P^2 du rappel, P^2 du relais, p^2, P du relais +. L'aiguille du cadran *poste appelé,* contrairement à ce qui a lieu habituellement, est entraînée, bien que les courants de ligne soient émis par la clé N ; l'aiguille du cadran *poste appelant* est immobilisée par le levier enclencheur. Mais, lorsque l'aiguille du cadran *poste appelé* atteint la division qui précède la croix, la rupture du circuit local se produit en d^1 par le soulèvement du ressort D. A ce moment précis, une goupille k^1 soulève le levier enclencheur K et dégage l'aiguille du cadran *poste appelant ;* les deux aiguilles s'arrêtent sur la croix et tous les ressorts reprennent la position de repos représentée par la figure 132.

Les postes non intéressés ne peuvent intervenir ni déranger, en aucune façon, deux postes échangeant des transmissions. La situation des ressorts de ces postes neutres est telle que s'ils mettent leur commutateur dans la position de correspondance et s'ils abaissent leur manipulateur, leur pile est mise en court circuit dans le poste lui-même. Le circuit de la pile de ligne PL est, en effet, fermé par : borne Z de la pile de ligne, P^4, 4, m^3, P^3, borne Z du manipulateur, clé M abaissée, borne L^2 du manipulateur, x, y, borne L^1 du relais, g, G, g^1, borne L^2 du relais, borne C de PL, le ressort G étant appuyé sur les deux butées g, g^1.

Lorsqu'il s'agit d'une dépêche collective, l'aiguille du cadran *poste appelé* est portée sur la dernière division qui est le n° 16

Digitized by Google

dans le rappel que nous avons figuré; l'aiguille du cadran *poste appelant* occupe le numéro du poste qui a appelé.

Au poste appelant, les ressorts ont les positions suivantes :

D appuyé sur les contacts inférieurs d, d';

E appuyé sur le contact inférieur e;

F appuyé sur les contacts inférieurs f, f';

G isolé.

Dans les autres postes :

D est appuyé sur les contacts inférieurs d, d';

E sur le contact inférieur e;

F sur le contact f';

G sur le contact g.

Sonnerie Jousselin. — La correspondance à échanger entre deux gares se réduit, dans bien des cas, à une série de dépêches conventionnelles qui, se répétant chaque jour, n'exigent pour leur transmission qu'un télégraphe élémentaire. La sonnerie Jousselin répond à ce besoin.

La sonnerie en elle-même n'est qu'un récepteur, le transmetteur consistant soit en un commutateur indépendant qui ferme le circuit autant de fois qu'on le veut, soit en un bouton d'appel qui remplit le même objet, mais qui est placé sur l'appareil lui-même.

La face antérieure de la sonnerie est un cadran comprenant 21 divisions, numérotées de 1 à 20, plus une croix qui sert de repos à deux aiguilles superposées. L'aiguille supérieure est noire et garnie d'une manette; l'aiguille inférieure est rouge.

En regard des divisions du cadran se trouvent des macarons sur lesquels sont inscrits les phrases conventionnelles ou les ordres à transmettre.

Lorsque l'aiguille noire se déplace de gauche à droite, elle entraîne l'aiguille rouge à l'aide d'un doigt; ce mouvement a lieu sous l'action d'un mécanisme d'horlogerie; mais lorsque l'aiguille noire est manœuvrée à la main, de droite à gauche, l'aiguille rouge n'est plus entraînée et reste en place.

Lorsque la sonnerie comporte un bouton d'appel, il est placé en bas et à droite.

Chaque coup de bouton donné par l'un des postes correspondants fait avancer d'une division l'aiguille noire et l'aiguille rouge dans les deux postes; le poste expéditeur contrôle donc sa transmission en même temps qu'il est assuré du bon fonctionnement de sa pile.

Les deux aiguilles sont calées sur un des mobiles d'un mouvement d'horlogerie, mais, comme dans l'appareil à cadran, ce

Digitized by Google

mouvement d'horlogerie n'est libéré qu'au moment du passage du courant dans un électro-aimant. A ce moment les aiguilles avancent d'une division. A ce moment aussi une came agit sur un marteau, le soulève et lui fait frapper un coup sur un timbre. Un ressort ramène le marteau à sa position initiale lorsque la came a cessé d'agir.

Il y a donc simultanément signal optique et signal acoustique.

On remonte le mouvement d'horlogerie en ramenant l'aiguille à la croix avec la main.

La manœuvre de l'appareil est la suivante ;

Chaque poussée du bouton transmetteur détermine, dans les deux postes en correspondance, un coup de timbre, et, en outre, fait avancer l'aiguille double d'une division. Il convient de laisser un intervalle d'une seconde entre deux poussées consécutives. Cinq secondes après l'audition du dernier coup de timbre, les deux correspondants ramènent à la main, de droite à gauche, les aiguilles noire et rouge à la croix.

Si le signal reçu doit être collationné, les deux postes ramènent seulement l'aiguille noire à la croix, le poste récepteur répète au poste transmetteur le signal qu'il a reçu; l'aiguille noire revient alors recouvrir l'aiguille rouge restée en place, ce qui indique aux deux agents qu'ils se sont bien compris. Cinq secondes après, les deux aiguilles sont, dans chaque poste, ramenées à la croix avec la main.

Compagnie des chemins de fer du Nord. — Les postes télégraphiques de la Compagnie du Nord se divisent en *postes permanents*, *postes facultatifs* et *postes de secours*.

Les postes permanents sont en relation constante avec leurs correspondants. Dans les postes facultatifs, les conducteurs sont habituellement installés en communication directe, et les postes de cette catégorie ne rentrent dans le circuit que pour les besoins de leur service; ils peuvent appeler les autres postes sans pouvoir être appelés par eux. Les postes de secours ont une disposition analogue et sont installés dans les maisons des gardes des passages à niveau; ils agissent sur les sonneries d'urgence des postes correspondants.

Les piles employées par la Compagnie du Nord, tant pour le service des appareils télégraphiques que pour les signaux de la voie, sont des piles Leclanché à vase poreux. Dans les bureaux, elles sont renfermées dans des armoires et reposent sur des rayons à claire-voie, placés au-dessus de rayons pleins; ces rayons sont mobiles.

Lorsque les locaux sont insuffisants, les piles sont disposées

Digitized by Google

à l'extérieur, dans des abris en ciment qui peuvent contenir jusqu'à 50 éléments.

Les fils omnibus sont desservis par l'appareil à cadran, les fils directs ou semi-directs par l'appareil Morse.

Le manipulateur à cadran est à commutateurs; le récepteur à cadran, le manipulateur Morse et le récepteur Morse n'offrent rien de particulier; le rouet de ce dernier est placé au-dessus du mouvement d'horlogerie.

Les modèles de sonneries en usage sur le réseau de la Compagnie du Nord comprennent des trembleuses qui, telles que la sonnerie Faure, sont actionnées par un circuit local fermé par le fonctionnement de l'électro-aimant de ligne. Il existe également une sonnerie dite d'*alarme* ou d'*urgence*, dont la compagnie possède deux types.

La *sonnerie d'urgence* est placée sur le trajet du fil de terre et peut, par conséquent, être actionnée par toutes les lignes desservant le poste dans lequel elle est installée. Son timbre, différent de celui des autres sonneries, permet de distinguer ses appels, et on reconnaît, en outre, le poste qui attaque, puisque la sonnerie correspondant à ce poste fonctionne en même temps que la sonnerie d'urgence.

La sonnerie d'urgence est construite sur le même principe que le rappel par inversion de courant; les deux types qui existent ne diffèrent que quant à la disposition; l'un est une sonnerie à électro-aimant polarisé, l'autre, ce qui revient au même, est une sonnerie à armature aimantée.

Dans le premier type, un électro-aimant horizontal a pour culasse un aimant permanent. L'armature est sollicitée par un ressort antagoniste, et, malgré l'action de ce ressort, est constamment attirée par le noyau de l'électro-aimant polarisé.

Tous les courants positifs parcourant les bobines de l'électro-aimant polarisé augmentent l'adhérence de l'armature; sous l'influence d'un courant négatif, au contraire, l'armature, obéissant à l'action du ressort antagoniste, s'éloigne de l'électro-aimant, laisse échapper un voyant qui apparaît en dehors de la boîte et qui ferme un circuit composé d'une pile locale et d'une trembleuse. La trembleuse fonctionne tant que le voyant n'a pas été relevé.

Ainsi, pour résumer, la sonnerie d'urgence est installée sur le fil de terre, entre les sonneries affectées aux différentes lignes et la plaque de terre; toutes les fois qu'un poste attaque avec un courant positif (ce qui est le cas général), la sonnerie correspondante fonctionne, mais la sonnerie d'urgence ne fonctionne

Digitized by Google

pas ; toutes les fois qu'un poste attaque avec le courant négatif, la sonnerie correspondante fonctionne et la sonnerie d'urgence fonctionne aussi. Tout poste qui demande du secours ou, pour être plus exact, qui veut faire fonctionner la sonnerie d'urgence de son correspondant, doit employer le courant négatif.

Les postes de secours, qui n'ont à rentrer dans le circuit que dans une hypothèse semblable, ont le pôle positif de leur pile à la terre, tandis que le pôle négatif est en relation avec leur manipulateur. Quant aux autres postes qui, en temps normal, envoient sur la ligne un courant positif, ils sont forcés, pour agir sur la sonnerie d'urgence, d'inverser les pôles de leur pile ; ils disposent, à cet effet, d'un commutateur inverseur.

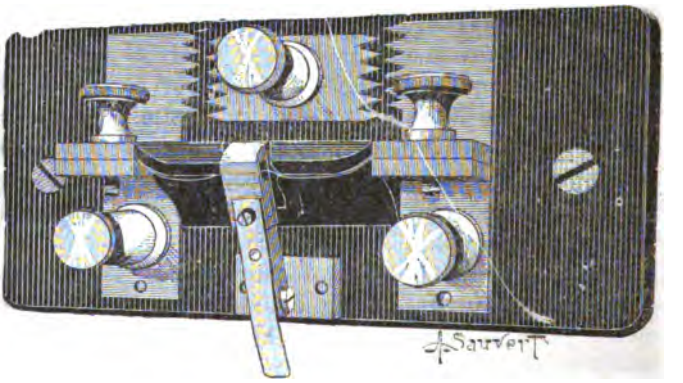


Fig. 133. — Paratonnerre Lartigue.

Le commutateur inverseur, les commutateurs à manette et les paratonnerres de la Compagnie du Nord diffèrent un peu des types précédemment décrits, mais, comme ils reposent sur les mêmes principes, il nous a semblé superflu d'entrer dans des détails de construction au milieu desquels tout télégraphiste tant soit peu exercé doit aisément se reconnaître ; seul le paratonnerre Lartigue nous retiendra quelques instants. C'est un paratonnerre à pointes et à fil préservateur (fig. 133). La pièce centrale est soutenue par un mince fil de fer tendu entre deux bornes. Si ce fil vient à être fondu par un coup de foudre, la pièce centrale perdant son point d'appui tombe et met la ligne en communication avec la terre.

Les galvanomètres sont horizontaux ou verticaux, mais ne diffèrent pas sensiblement des modèles que nous connaissons déjà.

Le parleur est utilisé sur les lignes mises momentanément

Digitized by Google

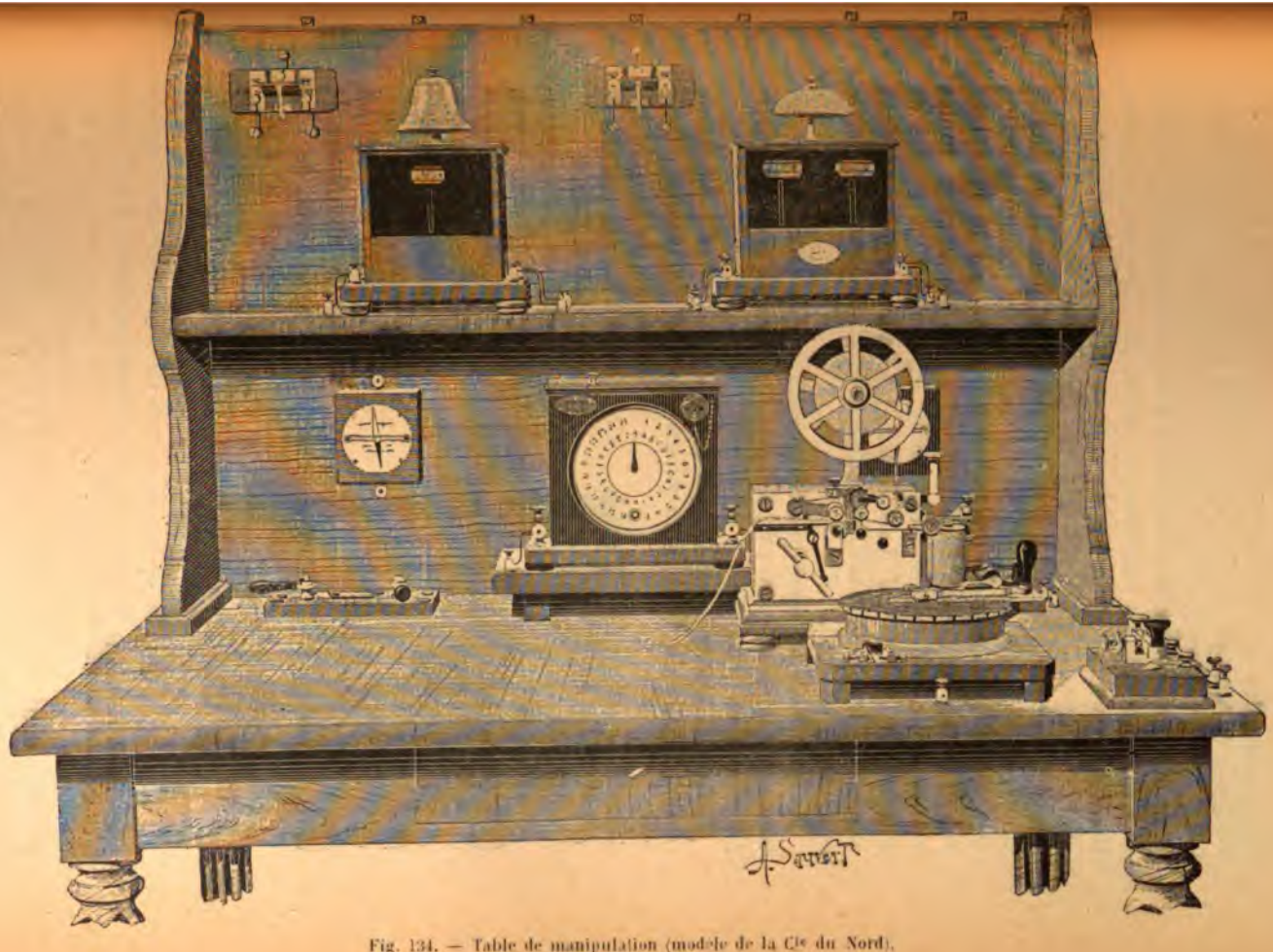


Fig. 134. — Table de manipulation (modèle de la Cie du Nord).

Digitized by Google

en communication directe; il permet de voir si la ligne est occupée ou non et s'il est opportun de rentrer dans le circuit.

La figure 134 représente la vue d'ensemble d'une table montée pour deux directions avec l'appareil Morse et l'appareil à cadran. Les communications sont sous la table. En haut on voit deux paratonnerres Lartigue; sur la tablette la sonnerie d'urgence et une sonnerie à voyant à deux directions. Sur la table, à gauche, un commutateur à deux manettes qui permet de mettre sur sonnerie, sur appareil et de donner la communication directe. Le commutateur inverseur est caché par le récepteur Morse. Dans les postes facultatifs on a des planchettes toutes montées que l'on fixe sur une table. Enfin dans les postes de secours, on fait usage d'un appareil à cadran renfermé dans une boîte comprenant un manipulateur, un récepteur, un galvanomètre et une pile.

Presque tous les appareils télégraphiques de secours en service sur le réseau du Nord sont doublés par des appareils téléphoniques du type Ader.

Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Les postes de la Compagnie de l'Est sont *permanents* ou *facultatifs*. On y fait usage de la pile Leclanché à vase poreux et de l'appareil Morse.

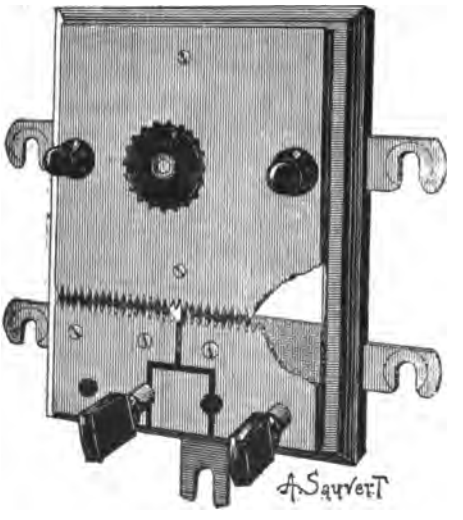


Fig. 135. — Paratonnerre à papier et à peignes à deux directions (modèle de la Cie de l'Est).

Les tables de manipulation sont de cinq types; elles diffèrent par leurs dimensions et par le nombre de directions qu'elles desservent.

Le type n° 1 est établi pour deux directions, le n° 2 pour trois, le n° 3 pour quatre, le n° 4 pour six et huit directions, le n° 5 pour dix et douze.

Dans la majorité des cas, on ne place qu'un seul appareil Morse dans les postes de deux à huit directions; on en installe toujours deux sur les tables à dix et à douze directions.

Dans ces installations, le fil de terre des appareils est distinct de celui des paratonnerres.

Digitized by Google

Le réglage du manipulateur Morse de la Compagnie de l'Est se fait par la butée antérieure et non plus par la butée postérieure comme cela a lieu pour les manipulateurs de l'État. Le

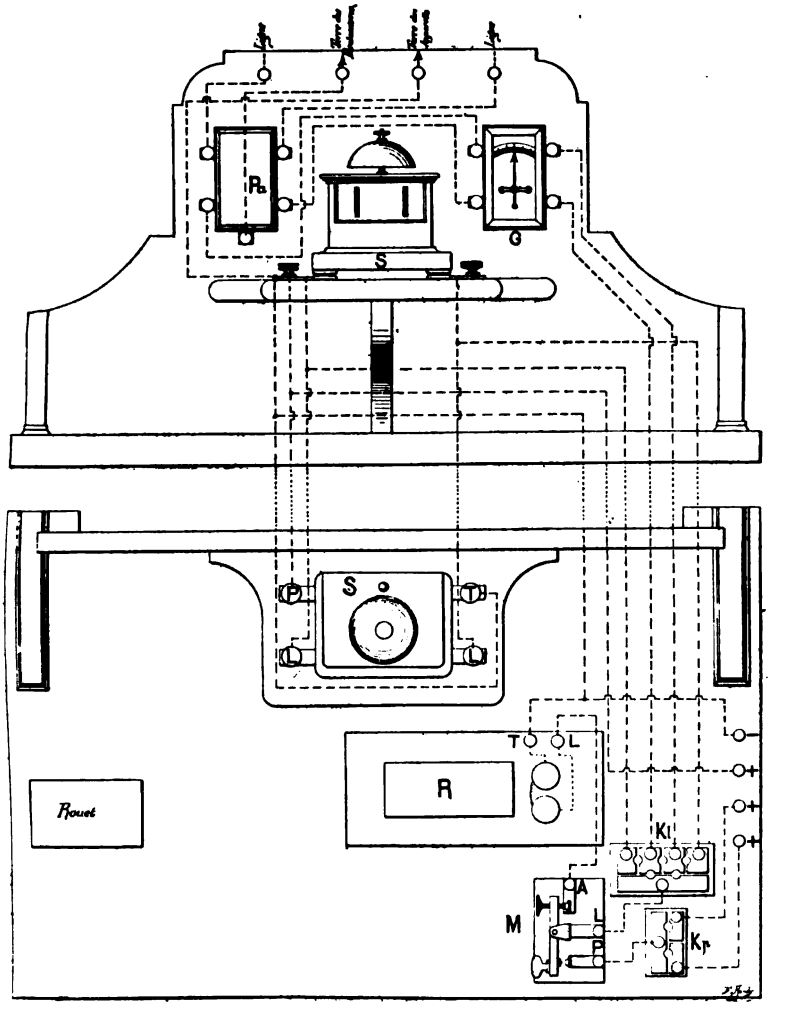


Fig. 136. — Table de manipulation à deux directions (modèle de la Cie de l'Est).

ressort antagoniste est à boudin et situé en arrière du point de suspension du levier.

Le récepteur Morse est à tendeur rapide, à rouet latéral et sans translation.

Digitized by Google

Les paratonnerres sont à papier et à peignes, à deux directions, avec chevilles de court circuit pour mise à la terre (fig. 135).

Les galvanomètres sont horizontaux ou bien verticaux avec un aimant directeur placé à l'intérieur de la boîte.

La Compagnie fait usage de relais à lapins avec sonnerie continue ou sonnerie intermittente. Ces relais, ainsi que les parleurs, sont à deux bobines.

Les sonneries sont des sonneries Faure, ou bien des trembleuses actionnées par des relais à lapins; on en construit pour deux ou trois directions.

Pour le rappel des postes on fait usage des rappels par inversion de courant, mais pour permettre d'embrocher sur une ligne un plus grand nombre de postes, on utilise le *rappel général Claude*. Cet appareil est en service sur le fil direct Paris-Nancy avec quatre postes intermédiaires.

Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — La pile Leclanché à vase poreux est seule en usage dans les bureaux télégraphiques de la Compagnie; cependant, pour les parleurs embrochés, on emploie l'élément Leclanché-Barbier à aggloméré cylindrique. Les signaux de la voie sont assurés par des piles au sulfate de cuivre.

Fig. 137. — Paratonnerre à peignes (modèle de la Cie de P.-L.-M.).

Quelques petites gares sont encore desservies par des appareils à cadran, mais l'emploi du système Morse a reçu un grand développement et est aujourd'hui presque général.

Les paratonnerres sont des paratonnerres à peignes (fig. 137), des paratonnerres à peignes et à fil fusible, des paratonnerres à peignes et à papier, des paratonnerres Bertsch.

Ces derniers paraissent suffisants à la Compagnie pour protéger les appareils et les agents; partout où ils sont installés, il est interdit de se mettre à la terre en cas d'orage.

Les paratonnerres à papier sont généralement installés pour deux directions.

Les commutateurs sont habituellement du même genre que

Digitized by Google

les commutateurs ronds; la colonne qui porte la manette, ainsi que les plots de contact, sont fixés à demeure sur les tables. Le cas échéant, on utilise les commutateurs inverseurs.

Les galvanomètres sont verticaux.

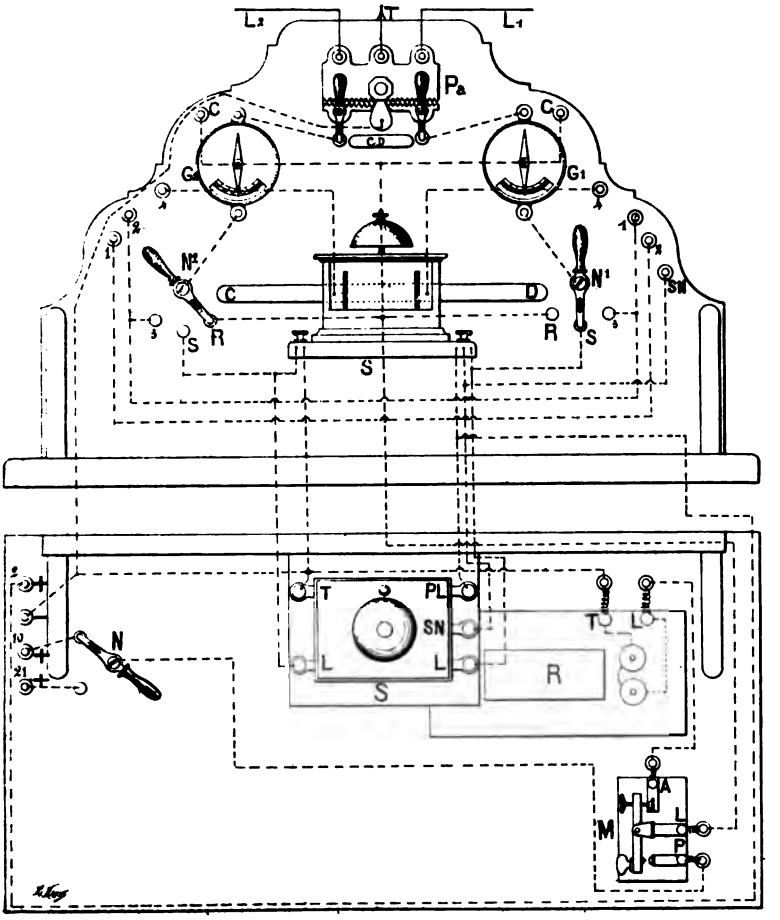


Fig. 138. — Table de manipulation à deux directions (modèle de la Cie de P.-L.-M.).

Les sonneries les plus généralement employées sont des sonneries à mouvement d'horlogerie; cependant, dans un certain nombre de postes, elles sont remplacées par des sonneries à relais avec indicateur à lapin.

Les sonneries à lapin sont construites pour deux directions.

Digitized by Google

On rencontre enfin dans quelques postes de simples trembleuses.

La Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée ne fait pas usage, comme la Compagnie du Nord, des sonneries d'urgence; il est seulement convenu que, dans les cas d'urgence, les appels du poste qui a une dépêche à transmettre deviennent précipités et ne cessent que quand le correspondant a répondu.

On fait usage du parleur dans les bureaux qui donnent habituellement la communication directe; cet instrument, placé sur le trajet du fil de ligne, permet d'appeler par son indicatif un quelconque des postes de la ligne et de le faire rentrer dans le circuit.

Les tables de manipulation sont d'un modèle uniforme; elles sont à deux, quatre ou six directions. La figure 138 représente une table à deux directions. Elles sont montées en fil nu, les fils passant en dessous de la table, et sont pourvues de tous les appareils accessoires installés à demeure, de telle sorte que, lorsque la table de manipulation est mise en place, il ne reste plus qu'à y attacher les fils de ligne, de pile et de terre.

Lorsqu'il est nécessaire d'ajouter dans un poste une ou deux nouvelles directions, on emploie, afin d'éviter l'installation d'une table supplémentaire, une *console de poste* qui porte la sonnerie, les paratonnerres, les galvanomètres et le commutateur. Cette console, fixée sur le mur, permet d'employer pour les nouvelles lignes les appareils télégraphiques de la table de manipulation; elle est reliée aux bornes C, C de cette table.

Les *consoles de coupure* (fig. 139), analogues aux précédentes, permettent à une gare, normalement hors circuit, de rentrer momentanément sur le conducteur pour appeler une gare voisine et lui transmettre une dépêche; mais la gare munie de la console ne peut être attaquée par les gares voisines, car elle est habituellement dans la position *communication directe* (CD); pour obtenir la réciprocité des appels, il suffirait de substituer un parleur à la sonnerie et de l'embrocher sur la ligne.

Pour les rappels des postes, la Compagnie emploie, sur diverses sections de son réseau, le rappel Claude, le rappel Bréguet-Rodary, le parleur Marchand.

Il nous reste à dire que les postes télégraphiques de la Compagnie comprennent quatre catégories :

1° Postes à service permanent de jour et de nuit;

2° Postes à service limité, habituellement en communication directe et rentrant dans le circuit à des heures déterminées, prévues par les règlements;

Digitized by Google

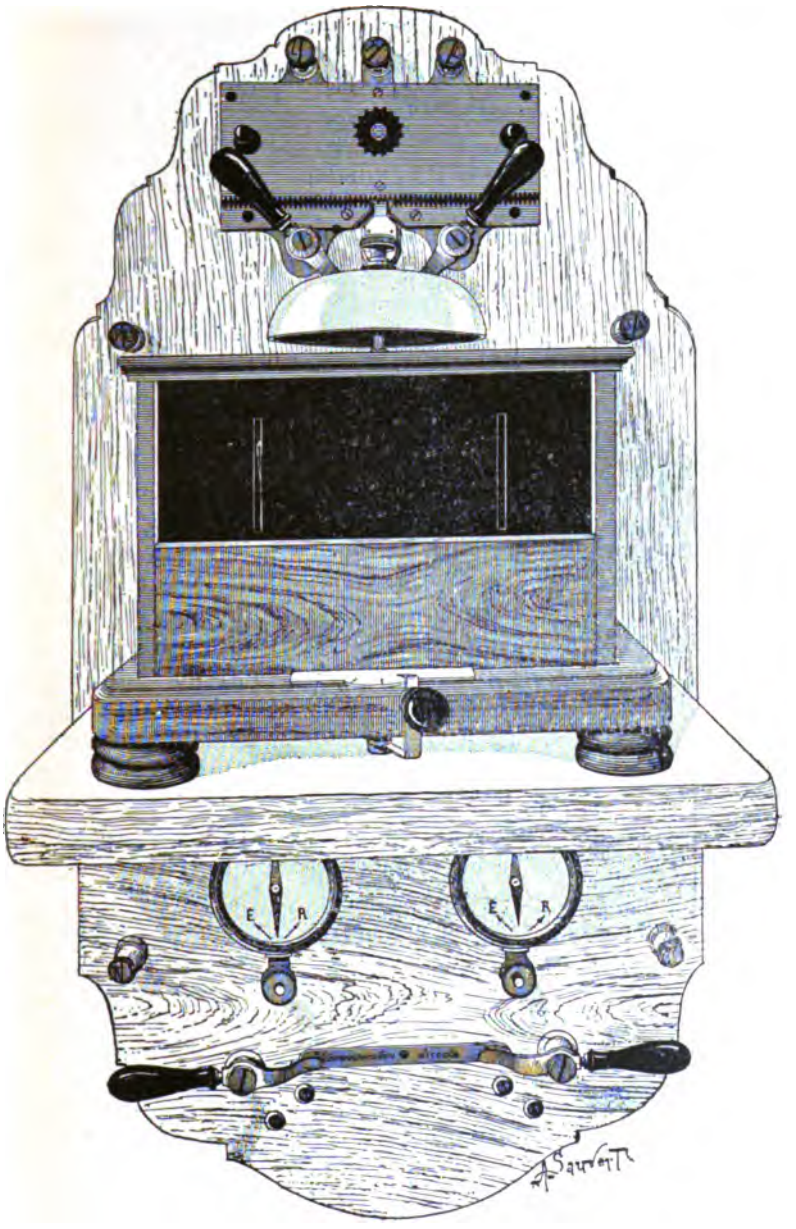


Fig. 139. — Console de coupure (modèle de la Cie de P.-L.-M.).

Digitized by Google

3° Postes facultatifs, habituellement hors circuit et ne rentrant que pour la transmission des dépêches urgentes;

4° Postes temporaires installés dans les maisons de gardes et destinés principalement à assurer la circulation des trains de ballast entre deux gares déterminées, avec lesquelles ils peuvent correspondre; ils restent habituellement en communication directe sur le fil omnibus.

Compagnie des chemins de fer d'Orléans. — La Compagnie des chemins de fer d'Orléans emploie la pile Callaud, petit modèle, et la pile Leclanché. Sauf sur les lignes de jonction qui relient les gares aux bureaux de l'État et qui sont desservies par le Morse, l'appareil à cadran est seul en usage; le récepteur est d'un modèle plus grand que celui des télégraphes de l'État (1/3 en plus environ); le manipulateur ne porte pas de commutateurs sur son socle.

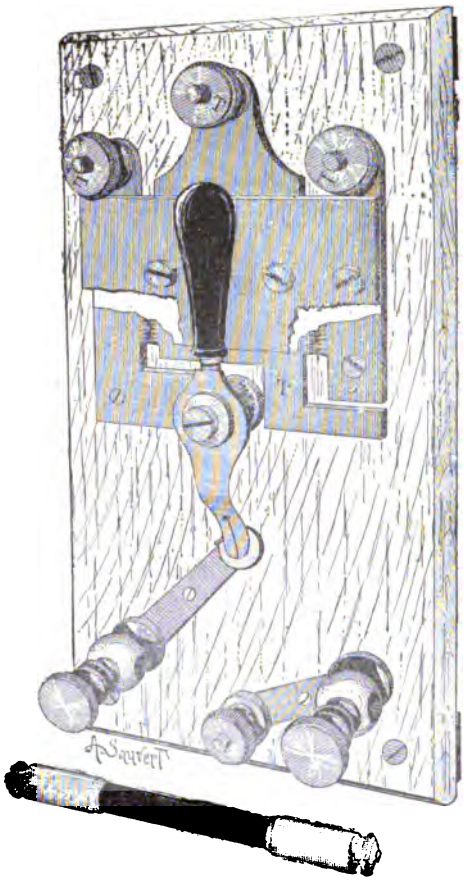


Fig. 140. — Paratonnerre à peignes, à papier et à fil préservateur (modèle de la Cie d'Orléans).

Les sonneries sont à mouvement d'horlogerie, mais il en existe plusieurs modèles dont l'un présente une ingénieuse disposition imaginée par M. Bernier.

Les paratonnerres sont du modèle représenté par la figure 140. C'est un paratonnerre à peignes, à papier et à fil préservateur; le fil ténu est renfermé dans un tube en bois. Une manette de commutateur permet la mise à la terre.

Les galvanomètres sont verticaux.

Digitized by Google

L'installation des tables de manipulation est faite mi-partie en dessus, mi-partie en dessous de la table.

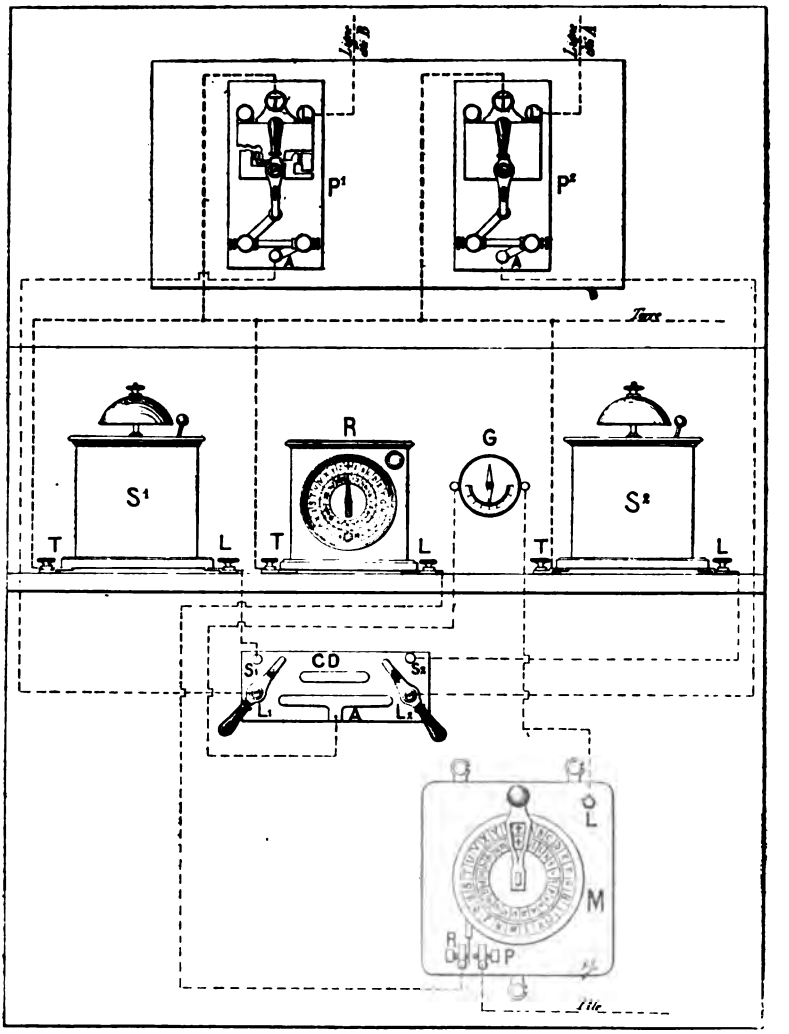


Fig. 141. — Table de manipulation à deux directions (modèle de la Cie d'Orléans).

L'installation en dessous est en fil de cuivre recouvert de soie ou de coton, quelquefois même en fil nu.

Au-dessus des tables, ce sont des fils recouverts ou, le plus souvent, des baguettes de laiton incrustées dans le bois de la table, légèrement arrondies et faisant saillie.

Digitized by Google

La figure 141 représente une table de manipulation pour deux directions.

Les commutateurs L_1, L_2 permettent de mettre les deux sections de ligne sur sonnerie, en plaçant les manettes sur les plots S_1, S_2. La ligne est sur appareil lorsque la manette correspondante est placée sur la plaque A. Les deux lignes, enfin, sont en communication directe lorsque les deux manettes reposent sur la plaque CD.

Des appareils de secours sont installés dans certaines maisons de gardes. Ces instruments, établis sur le fil omnibus, peuvent communiquer avec les deux stations voisines. La boîte de l'instrument, lorsqu'elle est fermée, établit la communication directe; lorsqu'elle est ouverte, l'appareil se trouve placé dans le circuit. Pour appeler un poste, il suffit de placer la manette fixée à gauche du récepteur sur le contact de cuivre tourné du côté du poste que l'on attaque. Des étiquettes indiquent les noms des stations correspondantes. La communication avec le sol s'établit par la pression sur un ressort fixé au fil de terre.

Sur tout le réseau d'Orléans, les appels sont de deux sortes : courts et limités pour les dépêches ordinaires, persistants pour les dépêches urgentes.

La disposition adaptée aux sonneries par M. Bernier permet de voir si la station appelée est sur sonnerie et, par conséquent, si elle reçoit les appels. A cet effet, chacune des stations d'une section de ligne reçoit un numéro particulier, et dans chacune de ces stations est placée une sonnerie présentant une disposition de mécanisme différente et exclusivement affectée au service de la station.

Le système consiste à faire envoyer automatiquement par le poste appelé une série de courants qui, parvenant dans le récepteur du poste qui appelle, reproduisent l'indicatif du poste appelé. Pour atteindre ce but, le poste qui attaque doit, après chaque appel, reprendre la position de réception, revenir à la croix. Ainsi, le poste n° 1 appelle le poste n° 4. Le poste n° 1 place la manivelle de son manipulateur sur la lettre D et revient à la croix. Un instant après, si le poste n° 4 a reçu l'attaque, l'aiguille du récepteur du poste n° 1 se déplace d'elle-même et s'arrête sur le chiffre 4.

Sur certaines sections de son réseau, la Compagnie fait usage du rappel Claude pour faire rentrer les bureaux.

Compagnie des chemins de fer du Midi. — Les piles en service sont composées d'éléments Leclanché à vase poreux.

L'appareil Morse a été généralement substitué à l'appareil à

Digitized by Google

cadran; cependant, ces derniers ont été maintenus sur les *fils de secours*. Ces conducteurs aboutissent aux gares munies d'une locomotive de réserve et sont destinés à la transmission des demandes de secours émanant des trains en détresse en pleine voie.

A cet effet, chaque train est muni d'un *poste mobile*, composé d'une boîte renfermant un manipulateur et un récepteur à cadran, ainsi que deux bobines de fil de cuivre recouvert de coton. L'une des bobines sert à prendre communication avec la terre, au moyen d'un coin en acier qu'on enfonce entre les joints de deux rails; l'autre sert à s'amorcer sur la ligne à l'aide d'une longue perche en bambou, à rallonge, terminée par un crochet à ressort.

Le *poste mobile* n'a pas de pile; celle-ci est à la gare de secours. A l'état normal, la pile communique avec la ligne, à travers la sonnerie du poste de secours; mais la ligne est isolée à l'extrémité de la section desservie par la gare de secours, de sorte que le circuit est ouvert.

Dès qu'un *poste mobile* est installé en pleine voie, le circuit est fermé et la sonnerie du poste de secours fonctionne. A partir de ce moment, la pile actionne les deux récepteurs, quel que soit celui des deux postes qui manipule.

En réalité, l'extrémité isolée du fil de secours se trouve dans une gare *de contrôle*. Cette station est munie d'un manipulateur et d'un récepteur à cadran, sans pile, mais en communication avec la terre. Au moyen d'un commutateur, ces appareils peuvent être reliés au fil de secours, absolument de la même manière qu'un *poste mobile*. Les postes de contrôle ont pour mission d'appeler tous les jours la gare de secours, pour vérifier l'état de la ligne et des appareils. La gare de secours ne peut pas appeler la gare de contrôle dans laquelle le fil de ligne est normalement isolé.

En dehors de cette particularité, les appareils télégraphiques utilisés par la Compagnie du Midi ne présentent aucun caractère particulier.

Les galvanomètres sont horizontaux, sous globe en verre.

Les paratonnerres sont à fil préservateur et à peignes.

Les sonneries à mouvement d'horlogerie sont d'un emploi général. Dans les grandes gares, comportant plusieurs directions, on fait usage de relais à voyants.

Le rappel général Claude est le seul employé; il fonctionne sur le fil semi-direct de Bordeaux à Agen et sur plusieurs autres sections du réseau.

Digitized by Google

Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — La Compagnie de l'Ouest fait usage pour son service télégraphique de piles Leclanché à vases poreux, de piles Leclanché-Barbier à agglomérés cylindriques et de piles blocs.

Les grandes lignes sont desservies par des appareils Morse; il existe encore des appareils à cadran sur quelques lignes secondaires, mais ces lignes seront, petit à petit, pourvues d'appareils Morse.

Les paratonnerres à peignes et à fil préservateur sont en service dans beaucoup de stations, d'autres sont pourvues de

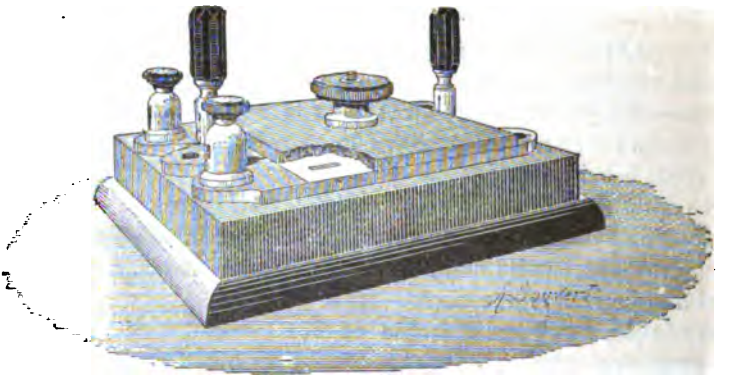


Fig. 142. — Paratonnerre à papier et à peignes à deux directions (modèle de la Cie de l'Ouest).

paratonnerres à papier et à peignes; ces paratonnerres sont à deux directions et munis de deux fiches de court circuit (fig. 142).

Les commutateurs en usage sont des commutateurs ronds et des commutateurs bavarois. Lorsqu'on emploie le commutateur bavarois, il est placé sur la table, derrière le manipulateur.

Les galvanomètres sont verticaux; leur aiguille est ramenée au zéro par un contre-poids. Dans les postes Morse à deux directions, il existe un galvanomètre par ligne; dans les postes à plus de deux directions on n'installe qu'un seul galvanomètre, placé entre le commutateur et la borne *ligne* du manipulateur.

Dans un grand nombre de postes, ce galvanomètre ne fonctionne qu'au départ et est situé sur le trajet du fil de pile, près du manipulateur.

Les sonneries sont à mouvement d'horlogerie, mais dans le cas où elles sont actionnées par des relais à lapin ce sont des trembleuses. Les relais sont à plusieurs directions.

Digitized by Google

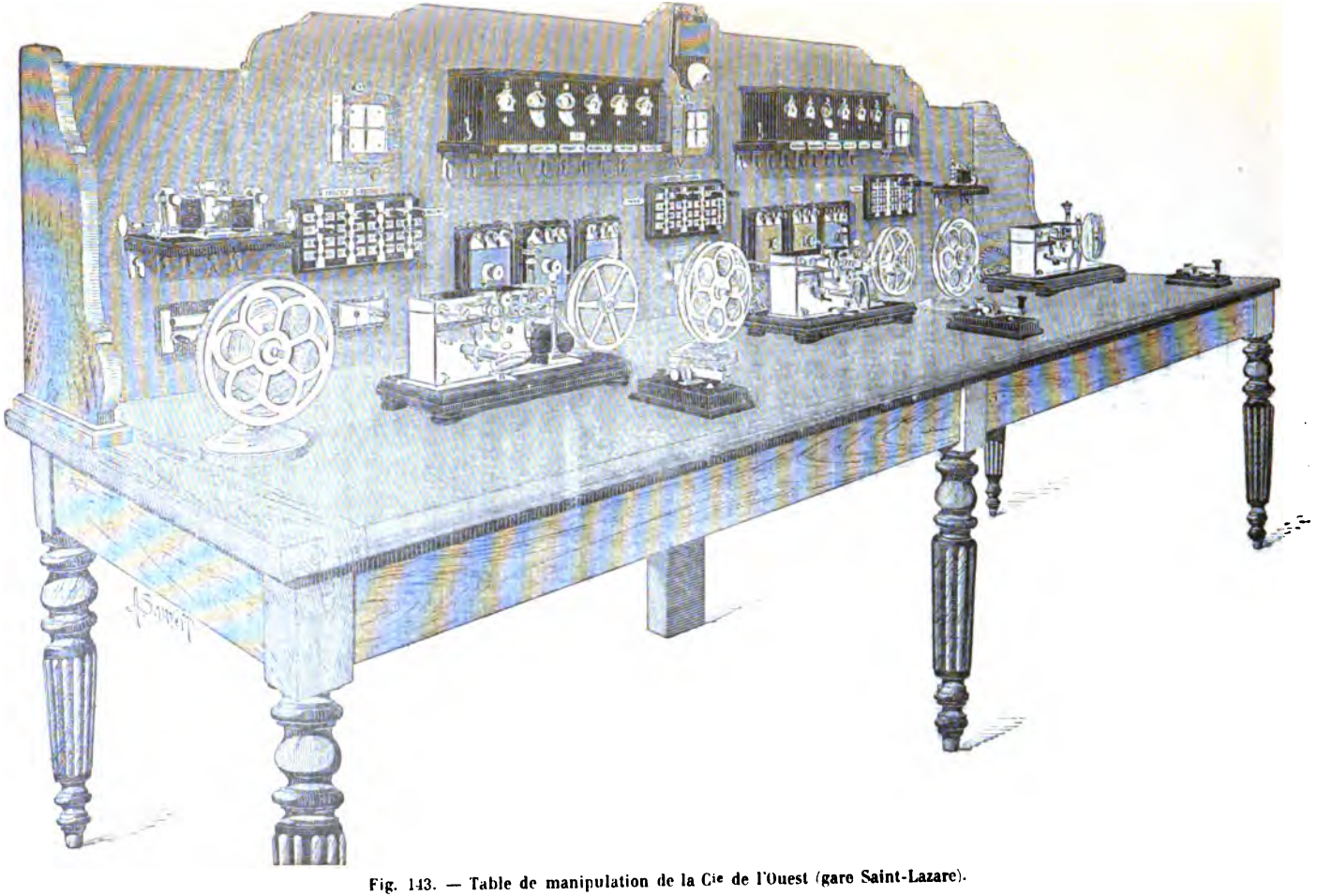


Fig. 143. — Table de manipulation de la Cie de l'Ouest (gare Saint-Lazare).

Digitized by Google

Sur les grandes lignes, on fait usage de parleurs à deux bobines que l'on installe parfois en translation.

Il n'existe pas de type bien défini pour les tables de manipulation ; on tend cependant à uniformiser les modèles ; c'est dans ce sens que sont faites les nouvelles installations.

La figure 143 représente une table télégraphique installée à Paris à la gare Saint-Lazare.

Chemins de fer de l'État. — Les chemins de fer de l'État proviennent de différents réseaux successivement rachetés ; il en résulte une assez grande diversité, tant dans les installations que dans les appareils des bureaux télégraphiques, appareils qui, par mesure d'économie, sont maintenus en service jusqu'à ce qu'ils soient hors d'usage. C'est ainsi que les correspondances s'échangent soit avec l'appareil Morse, soit avec l'appareil à cadran, mais plus généralement avec ce dernier.

Les appareils à cadran sont pour la plupart du même modèle que ceux de la Compagnie d'Orléans, cependant quelques stations font usage du modèle Digney, sans réglage.

Le Morse n'est utilisé que sur les fils directs et encore pas sur tous.

Les piles employées sont des Leclanché-Barbier à aggloméré cylindrique.

Les paratonnerres sont à peignes et à papier, les galvanomètres verticaux, les commutateurs à chevilles.

La sonnerie Faure est en service dans bon nombre de stations ; dans d'autres on trouve des sonneries à mouvement d'horlogerie ordinaires ; enfin un certain nombre de bureaux sont desservis par des relais à lapins actionnant des sonneries à trembleur.

L'État a adopté des modèles de tables à deux, quatre et six directions pour le Morse ou pour le cadran. La table à deux directions (fig. 144) comporte un manipulateur, un récepteur, un galvanomètre, deux commutateurs à chevilles, un paratonnerre à peignes et à papier à deux directions, une sonnerie Faure. Lorsque la table est disposée pour la transmission Morse, la sonnerie Faure est au milieu de la console, le paratonnerre à droite de celle-ci, sur la planchette verticale, le galvanomètre et les commutateurs à gauche.

Les tables à quatre et à six directions sont pourvues de relais à lapins et d'une trembleuse.

Sur certaines lignes du réseau, le rappel des postes se fait au moyen du rappel général Claude. En outre l'État vient de mettre en service un système de rappel très simple qui fonctionne, sans mouvement d'horlogerie, au moyen d'une inversion de courant

Digitized by Google

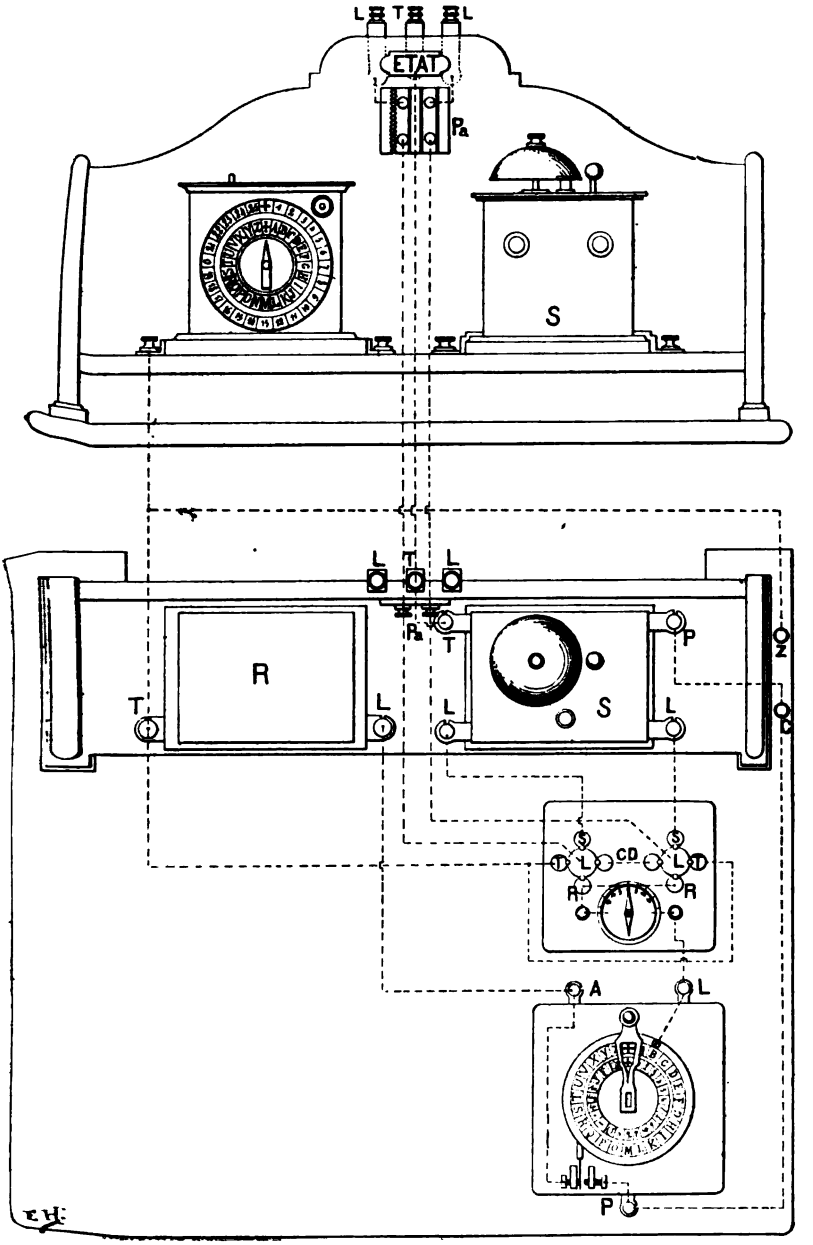


Fig. 144. — Table de manipulation à deux directions (modèle des chemins de fer de l'État).

Digitized by Google

provoquant la fermeture d'un circuit local. Tous les postes reçoivent dans leur sonnerie le tintement d'appel, mais ce tintement est passager tandis que, dans le poste appelé, le bruit de la sonnerie est continu.

Nous avons décrit et figuré ce rappel, page 202, figures 124, 125, 126.

Digitized by Google

CHAPITRE VIII

APPAREIL HUGHES

Système Hughes, principe. — Mécanisme moteur, poids et transmission du mouvement, mécanisme d'horlogerie. — Régulateur, frein d'arrêt, tige vibrante, frein de la tige vibrante. — Manipulateur, organes du manipulateur, clavier, boîte des goujons, chariot, fonctionnement du manipulateur. — Récepteur, organe électrique, détente, axe de la roue des types, axe imprimeur, cames. — Impression. — Correction. — Commutateurs. — Communications électriques, marche du courant. — Réglage, réglage du synchronisme, réglage de l'aimantation. — Manipulation, exercices de manipulation. — Règles de service. — Démontage de l'appareil. — Remontage de l'appareil et réglage des organes. — Appareil Hughes, type du poste central de Paris. — Remontoirs automatiques, turbines, remontoir hydraulique, remontoir actionné par un moteur à vapeur, à gaz ou à pétrole, remontoir à air comprimé, remontoir actionné par un moteur électrique, remontoir Aubry. — Interrupteurs, interrupteur du poste central de Paris, interrupteur Damiens, interrupteur Devaux, interrupteur Nicolas. — Installation des postes Hughes. — Installation en duplex.

Système Hughes. *Principe*. — Dans le système Hughes, une seule émission de courant suffit pour transmettre, en caractères d'imprimerie, d'une station à une autre et à travers un seul fil conducteur, une lettre, un chiffre ou un signe de ponctuation.

Deux mécanismes d'horlogerie, disposés aux deux stations, tournent avec des vitesses égales, un organe électrique produit, en temps opportun, le déclenchement qui détermine l'impression d'un signal.

Si deux roues (fig. 145) portant en relief sur leur tranche les lettres de l'alphabet, sont disposées dans les deux stations; si ces deux roues, partant simultanément d'un même point, tournent dans le même sens, avec la même vitesse, il est clair que la même lettre se trouvera au même instant au point le plus bas de ces deux roues, sur la verticale passant par leur centre.

Ces deux roues se nomment *roues des types;* elles frottent sur des tampons imbibés d'encre oléique, de la même manière que les molettes des appareils Morse; les lettres sont donc toujours recouvertes d'encre.

Si, au moment précis où une lettre passe à la partie la plus basse de la roue, un levier, portant une bande de papier, vient frapper la roue, la lettre s'imprimera sur la bande.

Digitized by Google

Il ne s'agit plus que de provoquer le choc du levier à l'instant voulu, et de faire avancer la bande de papier pour lui permettre de recevoir l'impression d'une autre lettre, sans qu'il y ait superposition; c'est le rôle de l'organe électrique et des pièces mécaniques qu'il commande.

Un clavier porte les lettres de l'alphabet, les signes de ponctuation et les chiffres, dans le même ordre que la roue des types. Au-dessus des prolongements des touches de ce clavier tourne un *chariot* solidaire de la roue des types et animé de la même vitesse. Par l'intermédiaire du chariot, chaque touche abaissée met la pile en communication avec la ligne et l'appareil récepteur. L'action du courant ainsi distribué détermine, à la station d'arrivée, le déclenchement qui fait frapper la bande de papier

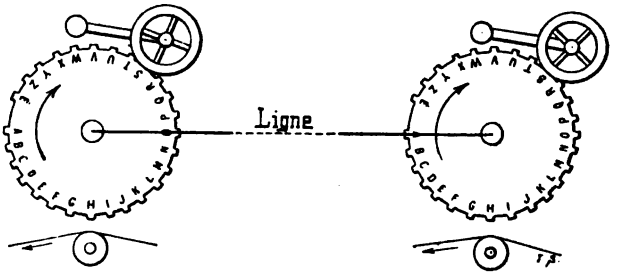


Fig. 145. — Principe de l'appareil Hughes.

contre la roue des types, tandis qu'à la station de départ, un déclenchement analogue, provoqué par des actions mécaniques, produit le même résultat. L'impression a donc lieu au départ comme à l'arrivée; c'est un moyen de contrôle.

La position relative des chariots et des roues des types restant dans un rapport constant, les chariots ne passent au-dessus de la touche qui porte la lettre A qu'au moment précis où cette même lettre A, gravée sur les roues des types, est dans la position voulue pour que l'impression se produise. C'est vainement que l'on presserait sans discontinuer sur la touche A l'émission de courant ou l'action mécanique qui provoquent le déclenchement ne se produiraient qu'au moment du passage du chariot, moment qui coïncide, avons-nous dit, avec une position de la roue des types telle que la lettre A soit prête à être imprimée. Le déclenchement ayant lieu à cet instant, la lettre A s'imprime. Après chaque impression, un sytème de cames fait avancer le papier de l'intervalle nécessaire pour séparer deux lettres.

Digitized by Google

L'organe électrique se compose d'un aimant en fer à cheval, sur les pôles duquel sont calées les bobines d'un électro-aimant. Une armature en fer doux est soumise à la double action de cet aimant qui l'attire et de deux ressorts antagonistes qui tendent à l'éloigner. Habituellement, la force attractive de l'aimant l'emporte sur la force répulsive des ressorts, et l'armature reste appliquée sur les pôles de l'aimant. Mais, lorsqu'un courant électrique traverse, dans un sens convenable, le fil des bobines de l'électro-aimant, la puissance attractive de l'aimant est diminuée, l'armature obéit à l'impulsion des ressorts antagonistes, frappe un levier et détermine le déclenchement qui produit l'impression.

L'appareil Hughes est mis en mouvement par un poids.

Le régulateur du mouvement est une tige d'acier, articulée avec un volant, et décrivant des oscillations coniques.

Le manipulateur et le récepteur sont solidaires et montés sur la même table.

Mécanisme moteur. *Poids et transmission du mouvement* (fig. 146). — Deux appareils du système Hughes, pour pouvoir correspondre entre eux, doivent être animés d'un mouvement *continu* et *uniforme*. Le mouvement continu est obtenu par un mécanisme d'horlogerie; un *régulateur* le rend uniforme et assure le *synchronisme* entre les deux appareils correspondants.

Le moteur est un poids de 60 à 70 kilogrammes constitué par des rondelles de plomb P^m, que l'on superpose au nombre de six ou de sept.

Le socle qui supporte ces rondelles est un plateau en fer, au centre duquel s'élève une tige verticale terminée par un crochet *h*.

Chaque rondelle pèse 10 kilogrammes. Une fente, allant de la circonférence au centre, permet de placer les rondelles sur le plateau, en ménageant le passage de la tige verticale du socle.

Le poids moteur est accroché à la chape *d* d'une poulie P, dans la gorge de laquelle passe une chaîne sans fin du type des chaînes de Galle.

La portion de la chaîne de Galle qui se trouve à droite de la poulie s'engage entre les dents d'une roue fixe R^2, redescend pour soutenir la poulie *p*, à la chape *d'* de laquelle est suspendu, par le crochet *h'*, le contrepoids P^c, remonte ensuite verticalement, est guidée par les poulies g^2, g^1, engrène la roue dentée R^m, faisant partie du premier mobile du mécanisme d'horlogerie, et finalement rejoint la poulie P.

Si nous supposons le poids P^m soulevé de terre, nous voyons

Digitized by Google

que la portion de chaîne située à droite du poids est immobilisée par la roue R^3, mais le poids tendant à s'abaisser tire sur la portion de gauche de la chaîne qui fait ainsi tourner, dans le sens de la flèche *k*, la roue R^m et tous les mobiles qu'elle commande.

Le poids P^m s'abaisse lentement, tandis que le contre-poids P^c monte.

Le mécanisme s'arrêterait évidemment et n'assurerait plus le mouvement continu si le poids venait à toucher le sol, aussi a-t-on dû lui adjoindre un système de remontoir que l'on manœuvre en temps utile ou qui agit automatiquement.

Ordinairement, c'est au moyen d'une pédale que l'on remonte le poids de l'appareil Hughes; mais, dans les grands bureaux qui comportent un assez grand nombre d'appareils, on emploie avantageusement des moteurs spéciaux.

La chape de la poulie *p*, qui supporte le contre-poids P^c, est garnie d'une fourchette *f*, dont les branches sont dirigées vers le haut. Lorsque le contre-poids est au haut de sa course, la fourchette *f* soulève un levier articulé *e* qui fait déclencher le marteau d'un timbre *t* fixé sur le pied de l'appareil. Ce coup de timbre indique qu'il faut remonter le poids; à ce moment, en effet, le poids P^m est sur le point de toucher le sol.

Le système de remontoir consiste en une pédale D, pivotant autour de l'axe O et articulée en *o* avec une tringle T qui s'accroche à un brin de chaîne de Galle C′ C′. L'autre extrémité de cette chaîne est attachée à un ressort à boudin *r*, fixé, d'autre part, au bâti de l'appareil.

Sur l'axe A, qui tourillonne sur les portants B, sont placés deux manchons : l'un porte la roue dentée R^1, sur laquelle passe la chaîne C′ C′, accrochée à la tringle T et par conséquent à la pédale D; l'autre, goupillé sur l'axe A, porte la roue dentée R^2, sur laquelle passe la grande chaîne C C, et une roue à rochet R, solidaire de la roue R^2.

A la roue R^1 est adapté un bras du levier *b*, garni d'un cliquet c^1. Ce cliquet, mobile autour de l'axe a^1 et sollicité par le ressort r^1, pressé lui-même par la goupille *i*, s'appuie constamment sur les dents de la roue à rochet R^r. Un second cliquet c^2, pivotant autour de l'axe a^2 est fixé au bâti B de l'appareil et, pressé par le ressort r^2, comprimé lui-même par la goupille *j*, reste, comme le cliquet c^1, appliqué sur la denture de la roue à rochet R^r. C'est ce cliquet c^2 qui, en temps normal, immobilise la roue R^2 et l'empêche de tourner, de droite à gauche, sous l'action du poids P^m; la roue R^m seule est entraînée, ainsi que nous l'avons dit.

Digitized by Google

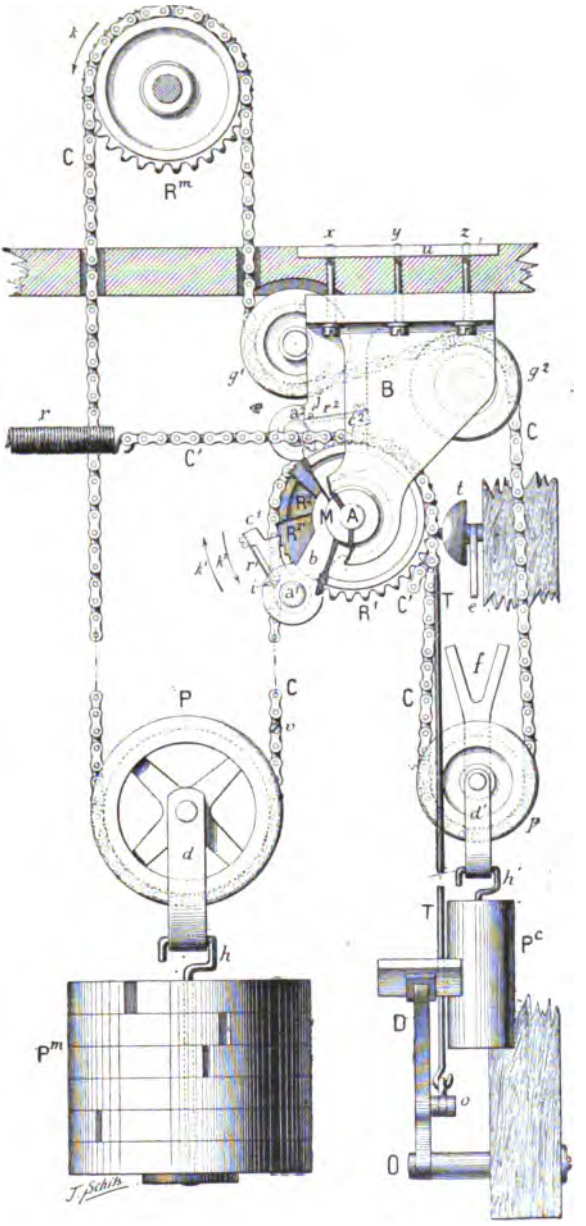


Fig. 146. — Mécanisme moteur.

Digitized by Google

Lorsqu'on agit sur la pédale D, le brin de chaîne C'C' fait tourner la roue R^1 de gauche à droite et tend le ressort à boudin *r*. Lorsqu'on cesse d'agir sur la pédale, le ressort à boudin *r* la relève et ramène la roue R^1 à sa position initiale.

Au moment où la pédale s'abaisse, le bras de levier *b*, solidaire de la roue R^1, s'élève dans le sens de la flèche k^1, mais, comme le cliquet c^1 est engagé entre deux dents de la roue à rochet R^r, cette roue est entraînée, ainsi que la roue R^2 avec laquelle elle fait corps; le cliquet c^2 ne s'oppose pas à ce mouvement et saute par-dessus les dents de la roue à rochet R^r.

Cette manœuvre a pour effet de raccourcir le brin de chaîne situé à la droite du poids et de remonter celui-ci d'une certaine quantité, sans pour cela arrêter le mouvement de la roue R^m sur laquelle le poids ne cesse pas d'agir.

Au moment où la pédale se relève sous l'action du ressort à boudin *r*, la roue R^1 tourne de droite à gauche, entraînant le bras de levier *b* qui retombe dans le sens de la flèche k^2, et dont le cliquet c^1 saute par-dessus la denture de la roue à rochet R^r; mais cette roue est maintenue par le cliquet c^2 qui l'empêche de revenir en arrière, et reste immobilisée, ainsi que la roue R^2 qui fait corps avec elle.

A chaque coup de pédale, le poids remonte donc d'une certaine quantité.

Mécanisme d'horlogerie (fig. 147). — Le mécanisme d'horlogerie est placé entre deux platines en bronze dans lesquelles tourillonnent les différents arbres et qui sont reliées par de fortes traverses en fer.

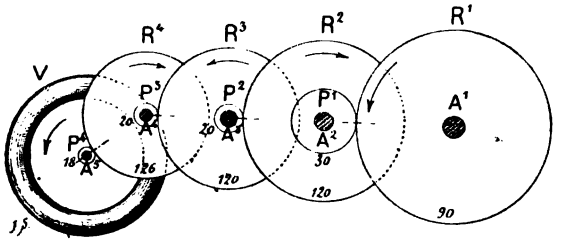


Fig. 147. — Mécanisme d'horlogerie.

La roue R^m (fig. 146), entre les dents de laquelle s'engagent les maillons de la chaîne de Galle, fait partie du premier mobile qui porte également la roue dentée R^1 (fig. 147). Cette roue engrène le pignon P^1 du second mobile. Chacune des roues R^2, R^3, R^4 conduit le pignon du mobile suivant.

Il existe ainsi cinq axes horizontaux A^1, A^2, A^3, A^4, A^5, participant au mouvement continu de l'appareil et transmettant jusqu'au régulateur de vitesse le mouvement produit par la chute du poids.

Digitized by Google

Les relations entre le nombre des dents des roues et des pignons de ces axes sont les suivantes :

Axe A^1, — roue R^1, — 90 dents.
Axe A^2, — pignon P^1, — 30 dents.
roue R^2, — 120 dents.
Axe A^3, — pignon P^2, — 20 dents.
roue R^3, — 120 dents.
Axe A^4, — pignon P^3, — 20 dents.
roue R^4, — 126 dents.
Axe A^5, — pignon P^4, — 18 dents.

D'autres axes, participant au mouvement continu ou animés de mouvements intermittents, agissent sous l'impulsion des premiers; tels sont l'*axe du chariot*, l'*axe d'impression*.

Le quatrième mobile *(axe de la roue des types)* et l'axe du chariot, reliés par des roues d'angle de même diamètre et de même denture, tournent avec des vitesses égales; ils marchent sept fois moins vite que l'axe A^5, sur lequel est monté un *volant* et que l'on appelle *axe du volant*.

Avec un mouvement très lent du premier arbre moteur A^1, on obtient une très grande vitesse du dernier mobile A^5, vitesse que l'on peut augmenter ou diminuer à l'aide d'un *régulateur*.

Pour une vitesse de 100 tours donnée au quatrième mobile (axe de la roue des types), la chute complète du poids s'effectue en quatre minutes; il suffit donc de le remonter toutes les trois minutes ou toutes les trois minutes et demi.

Régulateur (fig. 148). — Un volant est placé sur le dernier mobile de l'appareil Hughes, c'est-à-dire sur l'axe qui tourne le plus rapidement; c'est un premier moyen de régulation. Par sa masse et par son inertie, il s'oppose, dans une certaine mesure, à une accélération de mouvement; par sa vitesse acquise, il tend à mettre obstacle au ralentissement que les frottements pourraient produire.

Le volant ne fait pas corps avec l'axe qui le supporte, car, s'il en était ainsi, la vitesse acquise de cette masse pourrait amener la rupture de quelque organe délicat, en cas d'arrêt brusque du mécanisme d'horlogerie. Le mode d'attache du volant va nous montrer dans quelles conditions il exerce son action.

Le volant V (fig. 148) est un disque métallique, percé d'une ouverture circulaire en son milieu et fortement renflé sur ses bords. Sur l'axe A^5 est soudée une pièce *a*, sur laquelle s'emboîte le volant V. La plaque *d* et les vis *u* qui la maintiennent

Digitized by Google

Fig. 148. — Régulateur.

assurent la fixité de V, mais, entre *d* et la partie plane du volant est interposé un fort ressort circulaire et bombé *rr*. Les vis *n* règlent la pression que les plaques *a*, *d* exercent sur le volant. Cette pression doit être assez forte pour que le volant soit entraîné par l'axe A^5 dans son mouvement de rotation, mais elle ne doit pas être exagérée. Il faut, en effet, qu'en cas de choc ou d'arrêt brusque, le volant puisse glisser entre les coussinets *a*, *d* et continuer pendant un instant sa course, en vertu de sa vitesse acquise; sans cela son rôle d'amortisseur serait détruit. On apprend vite, dans la pratique, à régler le frottement du volant entre ses coussinets.

Frein d'arrêt (fig. 149). — La mise en marche et l'arrêt de l'appareil s'obtiennent par la manœuvre d'un *frein d'arrêt*. Cette pièce est fixée sur le pont PP qui soutient l'axe A^5. C'est un ressort recourbé R, en laiton, garni d'un sabot *s*. Une manette N, pivotant autour de la vis *a* et portant une pièce excentrée, permet de rapprocher ou d'éloigner le sabot *s* de la circonférence du volant; l'arrêt se produit par frottement. Lorsque la manette est verticale, le sabot *s* est en contact avec le volant; le mécanisme d'horlogerie est arrêté. Lorsqu'on place la manette horizontalement, la pièce excentrée n'agit plus sur le ressort R, elle lui présente sa partie plane; le ressort revient en arrière par son élasticité propre, et le sabot *s* s'éloigne du volant. Sous

Digitized by Google

l'action du poids moteur, le mécanisme d'horlogerie se met en mouvement. Dans la position horizontale de la manette N, son talon vient buter contre la vis *b* qui lui sert de doigt d'arrêt.

Tige vibrante. Frein de la tige vibrante (fig. 148 et 149). — Le volant, à lui seul, serait impuissant à rendre uniforme la marche du mécanisme d'horlogerie; c'est un amortisseur bien plus qu'un régulateur. Le régulateur proprement dit est une tige vibrante, en acier, articulée au moyen d'un frein avec l'axe du volant.

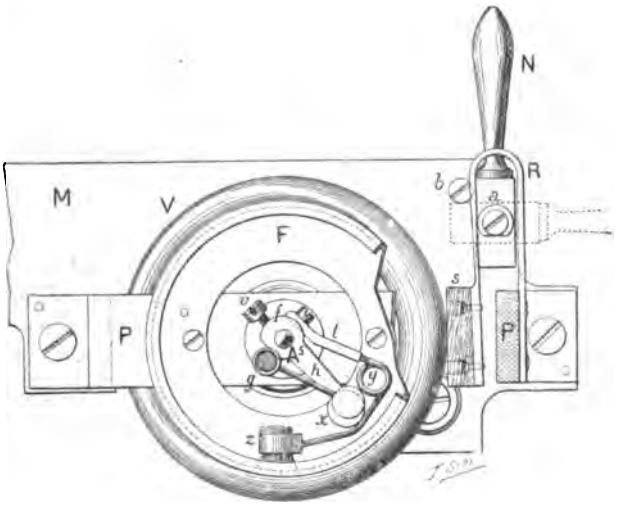


Fig. 149. — Frein d'arrêt et frein de la tige vibrante.

La longueur totale de cette tige est de 2 mètres environ; mais sa partie postérieure est contournée sur elle-même en une hélice à 9 spires de même grandeur, distantes l'une de l'autre de près de 1 millimètre. « Cette disposition a pour but, tout en réduisant à des proportions pratiques l'espace occupé par le régulateur, de répartir sur une plus grande surface le travail moléculaire que provoquent les vibrations dans tout corps vibrant et de rendre moins fréquente la rupture des tiges (1). »

Les deux spires antérieure et postérieure de l'hélice sont infléchies vers l'axe de cette dernière, de façon que la pointe et la base de la tige soient placées dans le prolongement l'une de l'autre, leur axe coïncidant avec celui de l'hélice et aussi avec l'axe du volant.

(1) Borel, *Etude du télégraphe Hughes*, Paris, 1873.

Digitized by Google

La base de la tige vibrante L est immobilisée par quatre fortes vis *m*, *n*, entre deux mâchoires en laiton G, H, assujetties sur un socle en bois D, relié lui-même à la table de l'appareil par une équerre en fonte.

La pointe de la tige vibrante est libre et vient s'appuyer sur la partie postérieure de l'axe A^3 du volant. Dans ces conditions il est clair que l'axe du volant resterait absolument indépendant de la tige vibrante. L'organe de liaison est une sorte de *manivelle* désignée sous le nom de *frein de la tige vibrante.*

La pièce en laiton *h* est maintenue sur l'axe A^3 du volant par la vis de pression *v*. Dans le manchon qui termine la partie libre de la pièce *h* s'engage un petit axe qui traverse ce manchon à frottement très doux. A l'une des extrémités de cet axe est soudée une tige *g*, terminée par un œillet qui reçoit la pointe de la tige vibrante; à l'autre extrémité est montée, sur une vis pivot, autour de laquelle elle est très mobile, la came en ivoire *x*, excentrée par rapport au manchon et à l'axe qui le traverse.

La pièce *l* est fixée à la pièce *h* par la vis *f*. Elle est surmontée par un fil d'acier *y*, enroulé trois fois en spirale, appuyé sur la came *x*, coudé en cet endroit et terminé en *z* par une douille de laiton que traverse un petit balai d'étoupes.

Sur le pont PP, dans lequel tourillonne l'axe A^3 du volant, est vissé en *i* un cylindre creux F, à l'intérieur duquel le frein peut tourner librement lorsqu'il est entraîné par la rotation de l'axe du volant.

La pièce *h* étant solidement fixée à l'axe A^3 par la vis *v*, la pointe de la tige vibrante étant introduite dans l'anneau *g*, la liaison entre les rouages de l'appareil et le régulateur existe, de sorte que la pointe de la tige vibrante est entraînée dans le mouvement de rotation commun.

Sur la partie rectiligne de la tige vibrante, dans le voisinage de la pointe, est calée par un ressort *bb* (fig. 148) une sphère massive B, en laiton. Cette sphère est un curseur que l'on peut avancer ou reculer le long de la tige vibrante. A la sphère B est fixé par une vis un fil d'acier *t*, pincé, serré par deux vis, dans la mâchoire K. La mâchoire K est la pièce terminale d'une crémaillère *c*, commandée par le pignon *p*, que l'on manœuvre à l'aide d'un bouton moleté, figuré en pointillé. Ce dispositif est placé au-dessous de la mâchoire GH qui, au moyen des vis *m*, *n*, immobilise la base de la tige vibrante L.

Aussitôt que le frein d'arrêt du volant est abaissé, le mécanisme d'horlogerie se met en marche, sous l'action du poids

Digitized by Google

moteur, et le mouvement des rouages s'accélère aussitôt. L'axe du volant entraînant le frein de la tige vibrante, la force centrifuge agit sur la sphère B, tend à écarter la pointe de la tige vibrante de l'axe du volant et l'oblige à décrire des cercles dont le diamètre va en augmentant, jusqu'à ce que la tige, entrant en vibration, assure à l'appareil une vitesse uniforme. La base de la tige étant fixe, sa pointe se déplaçant suivant une circonférence, les vibrations seront coniques.

« A partir du moment où la tige vibre, en admettant, suivant l'opinion de M. Hughes, qu'une tige à *vibrations coniques* est soumise aux mêmes lois que les lames à *vibrations rectilignes*, toute augmentation dans les résistances du mécanisme diminuera l'amplitude des vibrations; toute diminution de résistance l'augmentera, mais les vibrations resteront toujours *isochrones*, et *leur nombre ne variera pas* (1). »

Si le rôle du bras *g* du frein est d'entraîner la tige vibrante, celui du frotteur *z* est de limiter l'amplitude des vibrations et d'éviter ainsi de fréquentes ruptures de la tige vibrante. En s'écartant de l'axe du volant, la tige *g* fait agir la came *x* sur le ressort *y* du frotteur *z*. Ce frotteur se rapproche du cylindre F et se met en contact avec lui. Suivant que l'amplitude des vibrations augmente ou diminue, le frottement de *z* contre F augmente ou diminue aussi, et il en résulte une sorte d'équilibre qui maintient l'uniformité de la vitesse du mécanisme moteur.

En somme, le frein de la tige vibrante est une sorte de modérateur qui l'empêche d'être trop sensible aux variations de la force motrice, qui maintient l'isochronisme et qui s'oppose à ce que l'amplitude des vibrations dépasse la limite d'élasticité au-delà de laquelle se produirait la rupture.

Chaque appareil en particulier ayant une vitesse uniforme, il s'agit d'établir entre deux appareils en correspondance des vitesses identiques; il s'agit, en un mot, d'établir le *synchronisme*. On y parvient par tâtonnements, en avançant ou en reculant, le long de la tige vibrante, la sphère B, manœuvrée par la crémaillère *c* et le pignon *p*.

Pour augmenter la vitesse, on éloigne la *boule* (sphère B) de la pointe de la tige vibrante; pour diminuer la vitesse, on rapproche la boule de la pointe de la tige vibrante. Nous verrons plus loin comment, dans la pratique, on parvient rapidement à donner à la boule la position qui lui convient,

Manipulateur. *Organes du manipulateur* (fig. 150). — Le mani-

(1) Borel, *loc. cit.*

Digitized by Google

pulateur de l'appareil Hughes n'est pas, comme celui de l'appareil à cadran ou celui de l'appareil Morse, une pièce détachée; il est englobé dans l'ensemble du mécanisme et fait même fonctionner le récepteur au poste de départ aussi bien qu'au poste d'arrivée; à ce titre, il est intimement lié au récepteur et ne saurait en être séparé.

Les organes propres du manipulateur Hughes sont :

Le clavier,

la boîte des goujons,

le chariot.

Clavier (fig. 150). — Le clavier est monté tout entier sur une plaque de fonte PF, fixée par des vis sous la table de l'appareil. Il comprend 28 touches, alternativement blanches et noires; les touches noires, encastrées entre deux touches blanches, se trouvant en retrait, comme dans le clavier d'un piano.

Vingt-six touches portent chacune une lettre de l'alphabet, ainsi qu'un chiffre ou un signe de ponctuation. Ces lettres et ces signes sont gravés, d'une manière très apparente, en noir sur les touches blanches, en blanc sur les touches noires.

L'ordre des lettres, en allant de gauche à droite sur les touches noires et en revenant de droite à gauche sur les touches blanches, est l'ordre naturel des lettres de l'alphabet, à cette exception près que l'É a été substitué au W. Le même ordre est adopté pour les caractères de la roue des types.

Deux des touches blanches ne portent aucun caractère; ces touches doivent produire les espaces blancs qui séparent les mots et les groupes de chiffres; elles correspondent à deux espaces vides ménagés sur la roue des types.

A sa partie postérieure, chaque touche est percée d'un trou dans lequel s'enfonce une goupille en fer *g;* c'est cette goupille qui sert de pivot à la touche. Une autre goupille, telle que *gb* ou *gn*, se loge dans la partie antérieure et sert de butée d'arrêt à la touche abaissée.

Ces deux guides, vissés dans la plaque de fonte, pénètrent librement dans le bois de la touche et s'opposent à des déplacements horizontaux. Chaque touche porte également, en VB ou en VN, suivant qu'elle est blanche ou noire, une vis dont la tête, fortement fendue, forme une sorte de fourchette dans laquelle s'engage une lame de fer LB, LN, montée à pivot, en OB, ON, vers le milieu de sa longueur.

Ces 28 lames de fer sont d'inégale grandeur; elles sont calculées pour que leur partie antérieure corresponde aux vis VB, VN des touches alternativement blanches et noires et que leur

Digitized by Google

partie postérieure vienne, comme LB, LN, s'engager dans des rainures pratiquées sur la partie inférieure de la surface latérale d'une boîte cylindrique BG, ainsi que le montre la figure 150. L'extrémité postérieure de ces lames de fer est recourbée en conséquence.

Lorsqu'on appuie avec le doigt sur une touche, celle-ci s'abaisse et imprime le même mouvement à la lame de fer qui lui est affectée et dont la partie antérieure s'abaisse, tandis que la partie postérieure se relève.

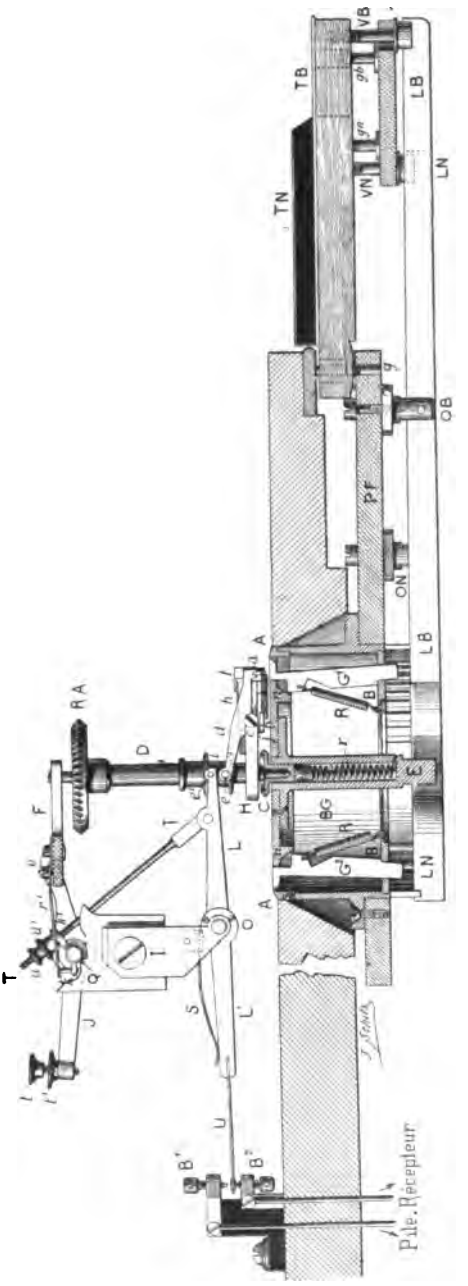


Fig. 150. — Manipulateur.

Boîte des goujons (fig. 150). — La boîte cylindrique BG dont nous venons de parler est la *boîte des goujons*. Elle est encastrée dans la table de l'appareil et maintenue par des vis sur la plaque PF.

La plaque AA, qui forme le couvercle de la boîte BG, est percée de 28 ouvertures, également espacées et dirigées dans le sens des rayons de cette surface circulaire.

Des ouvertures à peu près semblables et correspondant aux

Digitized by Google

premières sont percées dans l'anneau BB, qui constitue la cloison inférieure de la boîte BG. Dans ces ouvertures sont placés les 28 goujons G^1. G^2.... Ce sont de petites tiges d'acier ayant la forme représentée sur la figure 150.

Les ouvertures de la plaque AA et celles de l'anneau BB leur servent de guides et, à l'état de repos, leur tête est au niveau de la plaque AA, tandis que leur queue, arrêtée par un talon sur l'anneau BB, dépasse celui-ci d'une certaine quantité. Chacun des goujons est maintenu dans cette position par un ressort à boudin R, en fil de laiton, attaché, d'une part, à l'anneau BB et, de l'autre, au corps du goujou, tendant à l'entraîner vers le bas et à ramener sa tête vers le centre de la boîte BG.

La queue de chaque goujon est située au-dessus de l'une des lames de fer LB, LN correspondant aux touches du clavier, de telle sorte que si on abaisse une touche on soulève un goujon, dont la tête apparaît au-dessus du couvercle AA de la boîte BG. Lorsque la touche se relève, le goujon, sollicité par son ressort à boudin R, reprend sa position initiale.

Au centre de la boîte des goujons se trouve un étui métallique vertical E, dans lequel est emprisonné un ressort à boudin *r*. Sur ce ressort à boudin est posée une crapaudine en bronze C, qui sert de support à la partie inférieure de l'*axe du chariot*.

Chariot (fig. 150). — Le chariot, dont l'axe est vertical, reçoit le mouvement du 4e mobile du mécanisme d'horlogerie et tourne à la même vitesse. La transmission a lieu au moyen de deux roues d'angle de même diamètre et portant le même nombre de dents. L'une est verticale et appartient au 4e mobile; l'autre, RA, est horizontale et est assujettie sur l'axe D du chariot. L'axe D tourillonne, par le bas, dans la crapaudine C de la boîte des goujons; par le haut, dans une équerre F, fixée à la platine antérieure du mécanisme d'horlogerie.

Le chariot proprement dit est formé par un bras H perpendiculaire à l'axe D et faisant corps avec lui. Ce bras tourne au-dessus de la boîte des goujons; on y distingue la lèvre *a* et la plaque de sûreté *b*.

La lèvre *a* est une pièce d'acier, encastrée dans une autre pièce en laiton, mobile autour des pointes de deux vis *c*, qui lui servent d'axe. Cette pièce se prolonge en arrière en un bras de levier *d*, terminé par une goupille en acier *e*. La lèvre porte un doigt d'arrêt *f* qui s'appuie sur un ressort *h*.

La goupille *e* est engagée dans la gorge d'un manchon *i*, mobile à frottement doux sur l'axe D, et qui peut se déplacer aussi bien autour de cet axe que dans le sens de la hauteur.

Digitized by Google

La plaque de sûreté *b* est en acier; elle est fixée à la base du chariot par deux vis; l'une lui sert de pivot; la tête de l'autre est plus petite que le trou dans lequel elle s'engage, ce qui permet à la plaque de se déplacer légèrement. Un ressort *j* maintient la plaque *b* dans sa position normale.

Dans la gorge du manchon *i* s'engage également une seconde goupille e^1, appartenant au levier LL', mobile autour de l'axe O, fixé en I à la platine antérieure de l'appareil. Par la tringle TT', ce levier est articulé avec d'autres pièces mécaniques dont nous aurons l'occasion de nous occuper plus loin. A sa partie postérieure L', il se termine par un long ressort-lame U, à contact platiné, qui peut se déplacer entre les deux butées B^1, B^2, dont l'une est en relation avec une pile, l'autre avec l'électro-aimant du récepteur. Le levier lui-même communique avec la ligne. Un ressort S, qui presse la partie postérieure du levier LL', maintient à l'état de repos le ressort-lame U appliqué sur la butée inférieure B^2.

Fonctionnement du manipulateur (fig. 150). — La manipulation consiste à abaisser successivement, et en temps opportun, les touches portant les lettres et les signes que l'on veut transmettre.

Au moment où une touche quelconque est abaissée, le goujon correspondant est soulevé et émerge au-dessus de l'entaille dans laquelle il est logé. Le chariot, qui tourne d'un mouvement uniforme, rencontre ce goujon en passant au-dessus de lui.

Un examen attentif de la figure 150 va nous permettre de nous rendre compte des positions successives du goujon par rapport au chariot.

On remarque, sur cette figure, que la face inférieure du couvercle AA de la boîte des goujons porte un renflement conique *nn*, qui guide le goujon dans son mouvement d'ascension. L'épaulement du goujon glisse sur ce plan incliné, jusqu'à ce qu'il rencontre la partie horizontale. A ce moment, la tête du goujon est en dehors de la boîte, sa pointe au-dessus du rebord extérieur de l'entaille qui lui sert de logement. A ce moment aussi, la tête du goujon a été attaquée par la plaque de sûreté *b*, qui l'a guidé sous la lèvre *a* du chariot.

Dès que le goujon a rencontré la lèvre *a*, il y a eu émission de courant; en effet, la lèvre *a*, soulevée par le goujon, a entraîné le manchon *i* et, en l'abaissant, a fait basculer le levier LL' autour de son axe O, de telle sorte que le ressort-lame U a quitté la butée B^2 pour s'appuyer sur la butée B^1.

Le courant de la pile a été dirigé sur la ligne.

En continuant sa course, la lèvre du chariot est restée, suivant

Digitized by Google

toute sa longueur, en contact avec le goujon; puis, la plaque de sûreté intervenant plus activement a rejeté le goujon vers la circonférence du couvercle AA de la boîte des goujons. Le chariot a passé, la touche s'est relevée, le goujon, sollicité par son ressort à boudin R, rentre dans la boîte, sa tête affleurant la surface de AA.

Telles sont les phases d'une émission de courant lorsque les choses se passent normalement, c'est-à-dire lorsque la touche a été abaissée et s'est relevée juste à point, mais il n'en est pas toujours ainsi, et il est très important cependant que toutes les émissions aient la même durée. La touche peut avoir été abaissée trop tôt ou trop tard; elle peut se relever aussi trop tôt ou trop tard.

Dans ces différents cas, c'est le mécanisme même du chariot qui assure automatiquement cette uniformité indispensable dans la durée des émissions de courant.

Si la touche est abaissée trop tôt, il n'y a aucun inconvénient et le goujon reste soulevé jusqu'au prochain passage du chariot.

Si la touche est abaissée trop tard, l'émission de courant n'aurait pas la durée voulue, aussi le goujon soulevé vient-il rencontrer la face inférieure de la plaque de sûreté qui l'empêche d'atteindre la lèvre; il n'y a pas d'émission de courant, et celle-ci ne se produit qu'au tour suivant du chariot.

Si la touche se relève trop tôt, la plaque de sûreté empêche le goujon de retomber et le maintient accroché sur le bord de la boîte des goujons.

Si la touche reste abaissée trop longtemps, le goujon est rejeté par la plaque de sûreté et reste hors de l'atteinte de la lèvre. La touche en s'enfonçant à fond indique que l'émission est terminée.

Dès que la lèvre du chariot cesse d'être soulevée par le goujon, les différentes pièces reprennent leur position normale : la lèvre *a* retombe, le manchon *i* s'élève, le ressort-lame U abandonne la butée B^1 et reprend contact avec la butée B^2.

En résumé, pour une vitesse donnée du chariot, toutes les émissions ont une égale durée que l'on peut évaluer par le temps que met la lèvre du chariot à passer au-dessus du goujon.

Nous verrons plus loin comment le jeu du manipulateur produit l'impression au poste de départ.

Récepteur. — *Organe électrique* (fig. 151). — L'organe électrique de l'appareil Hughes est un aimant permanent sur les pôles duquel est monté un électro-aimant.

L'aimant permanent NS est composé de quatre lames d'acier,

Digitized by Google

recourbées en fer à cheval, aimantées séparément, et assemblées par leurs pôles de même nom au moyen de vis. La force portante du système est de 5 kilogrammes. Sur chacun des pôles N, S de l'aimant, et en contact avec eux, est installé l'un des noyaux de l'électro-aimant. Ces noyaux n, n', en fer doux, reliés à l'aimant par les équerres e, e', sont des cylindres creux, fendus suivant une génératrice; leur longueur est de 6 centimètres, leur diamètre extérieur de 1 centimètre, leur épaisseur de 1,5 millimètre. Les noyaux sont terminés à leur extrémité supérieure par une partie pleine de 3 millimètres d'épaisseur, réservée dans la

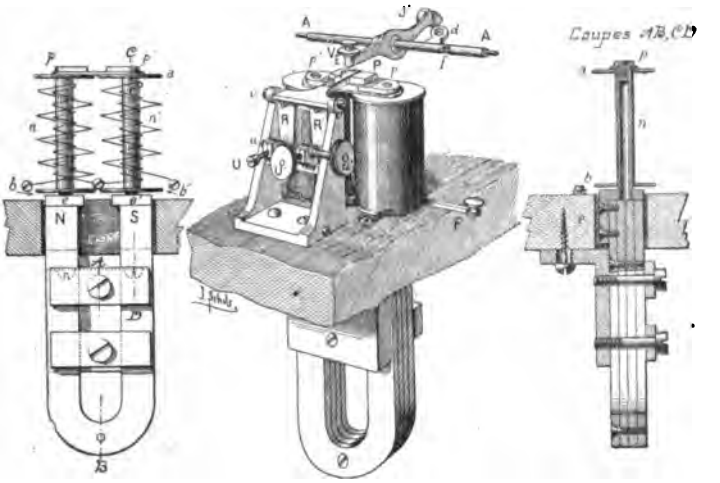


Fig. 151. — Organe électrique du récepteur.

masse et destinée à recevoir une *plaque polaire*, maintenue par une vis.

Les noyaux de fer doux, surmontés de plaques polaires p, p' sont polarisés, par suite de leur contact avec l'aimant permanent, les pôles de l'aimant se trouvant, en quelque sorte, reportés à l'extrémité supérieure des noyaux, à l'intérieur même des plaques polaires p, p'.

Les joues a, b, a', b' sont soudées sur les noyaux de fer doux n, n' et forment avec ceux-ci les carcasses des bobines. Ces bobines sont composées d'un enroulement de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu 0,17 millimètre). L'épaisseur de la couche pour chaque bobine est de 11 millimètres, le nombre de tours de 11 000 et la résistance électrique de 600 ohms. La première couche de fil est enroulée directement sur le noyau de fer

Digitized by Google

doux. L'enroulement est le même sur les deux bobines, et ces bobines sont accouplées de façon à ce que, sous l'action du courant, des pôles de noms contraires se forment aux extrémités libres des noyaux.

L'armature de cet électro-aimant est une pièce de fer doux P qui repose sur les plaques polaires p, p' et qui peut pivoter autour des pointes des vis v, v'. A l'état ordinaire, l'armature attirée par l'aimant permanent s'aimante elle-même et reste adhérente aux plaques polaires p, p', des pôles de noms contraires se trouvant en présence; mais, en R, R' l'armature P porte deux ressorts antagonistes, commandés par les vis de réglage U, U'. Ces ressorts sollicitent l'armature P à se relever, en pivotant autour des pointes des vis v, v'; cependant, la force répulsive des ressorts étant inférieure à la force attractive de l'aimant, l'armature ne se détache que quand cette force attractive diminue. C'est le courant électrique qui produit cette diminution de la force attractive; en effet, en traversant les bobines, dans un sens convenable, il développe dans les noyaux des pôles de noms contraires à ceux de l'aimant et affaiblit ainsi, dans une notable proportion sa puissance d'attraction.

En résumé, l'armature, dans sa position de repos, est adhérente aux pièces polaires de l'électro-aimant; dans sa position de travail, elle se détache franchement sous l'impulsion des ressorts antagonistes, le passage du courant dans les bobines ayant eu pour effet de diminuer la force attractive de l'aimant permanent d'une quantité suffisante pour rendre l'action des ressorts antagonistes prépondérante. Pour obtenir ce résultat, il faut que le courant circule dans les bobines suivant une certaine direction; traversant les bobines en sens contraire, il aurait pour effet d'augmenter l'adhérence de l'armature au lieu de la diminuer.

Le *support* de l'armature est une sorte de chevalet formé par deux montants verticaux, assemblés par deux traverses horizontales. Les vis v, v' qui servent de pivots à l'armature traversent les montants verticaux. Des deux ressorts antagonistes R, R', un seul sert aux réglages journaliers; c'est le ressort R' ou *ressort variable;* il est commandé par la vis de réglage U', garnie d'un bouton moleté et immobilisée dans son écrou par la contre-vis u' dont la tête est également moletée. Le ressort R ne sert que pour le réglage général de l'appareil; il est soumis à l'action de la vis U bloquée par la contre-vis u, mais ces deux vis ne peuvent être manœuvrées qu'au tournevis.

Sur sa face supérieure, l'armature est garnie d'un petit ressort de contact r.

Digitized by Google

Détente (fig. 152). — Dès que l'action du courant a provoqué le soulèvement de l'armature, le jeu des différentes pièces qui concourent à l'impression devient purement mécanique.

Au-dessus de l'armature se trouve un levier à deux branches égales, monté sur un axe qui tourillonne entre les deux platines de l'appareil; c'est le *levier de détente* ou *levier d'échappement*.

L'extrémité de la branche J est percée d'un trou dans lequel passe une vis V, immobilisée par un contre-écrou E. Cette vis est située au-dessus de l'armature P et reçoit le choc de celle-ci lorsque, détachée des pôles de l'aimant, elle obéit à l'impulsion des ressorts antagonistes.

La branche J du levier de détente, au repos, est horizontale; elle fait un angle très ouvert avec la branche J'. Celle-ci est terminée par une pièce de forme particulière, dans laquelle on distingue l'*épaulement a*, la *courbe supérieure b*, la *courbe inférieure c*.

Sur l'axe on remarque deux appendices. Dans l'un (fig. 150) s'engage une goupille *k*, pressée par un ressort-lame en acier *r'*, assujetti d'autre part par deux vis *v* sur l'équerre F qui sert de pivot à la partie supérieure de l'axe du chariot. Ce ressort a pour objet de forcer le bras de levier J à prendre et à conserver la position horizontale au-dessus de l'armature quand aucune cause ne l'oblige à abandonner cette position. Le second appendice *d* (fig. 152) établit la liaison mécanique entre le levier de détente et le chariot, au moyen de la tige T, articulée sur le levier d'émission du chariot, et maintenue dans l'œillet de l'appendice *d* par un double écrou *e*, *e'*.

Au-dessous de l'extrémité *abc* du levier de détente, se trouve l'axe A^5 du volant, dont nous avons déjà parlé, et qui tourne d'une façon continue. Cet axe se termine par une roue à rochet R^r finement dentée et par une pointe O qui pénètre dans l'axe A^6 (fig. 152-4).

L'axe A^5 du volant tourillonne donc, en O, à l'intérieur de l'axe A^6 dit *axe d'impression*, *axe imprimeur* ou *arbre des cames*. Le mouvement de l'axe A^6 est intermittent et ne se produit que lorsque le levier de détente bascule.

L'axe du volant et l'axe d'impression sont dans le prolongement l'un de l'autre; habituellement ils sont indépendants et ne deviennent solidaires que pendant de courts instants, au moyen d'un mécanisme extrêmement ingénieux.

L'axe d'impression A^6, qui sert de logement à la pointe O de l'axe A^5 du volant, tourillonne d'autre part dans la platine antérieure de l'appareil et dans une équerre qui y est rapportée.

Digitized by Google

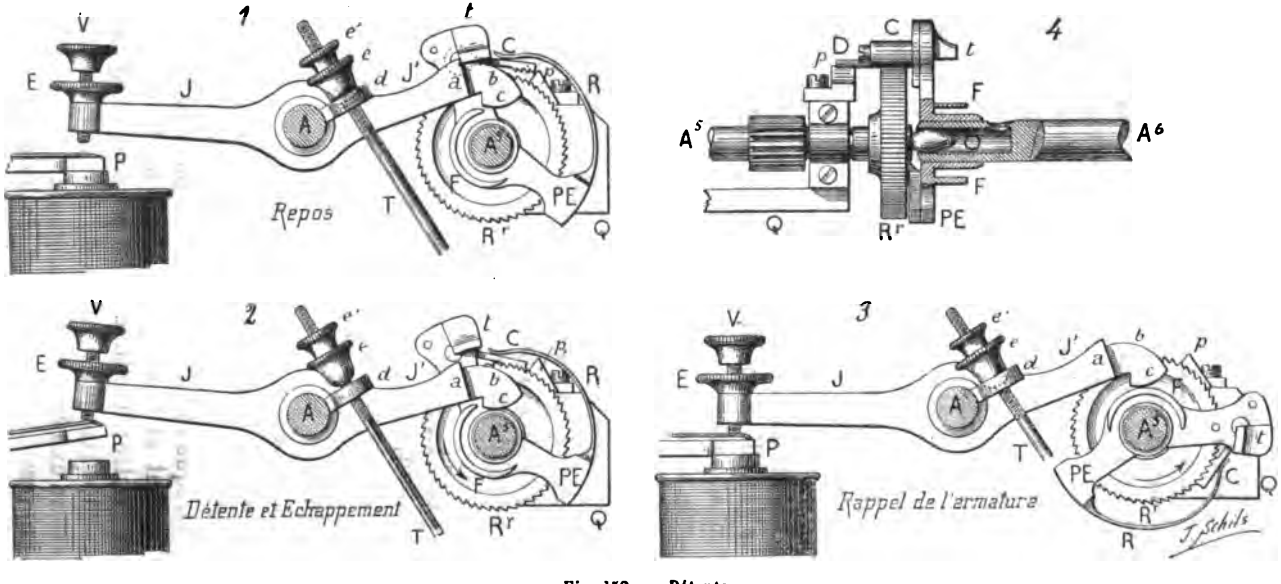


Fig. 152. — Détente.

Digitized by Google

En regard de la roue à rochet R^r, il porte une *plaque d'échappement* PE solidement fixée; c'est cette pièce qui sert de trait d'union entre l'axe d'impression A^6 et l'axe A^5 du volant.

A la partie supérieure de la plaque d'échappement PE se trouve un taquet *t* qui, au repos, s'appuie sur l'épaulement *a* du levier de détente.

Sur la face opposée à celle qui porte le taquet *t*, et un peu en arrière de celui-ci, est un petit axe horizontal qui supporte un *cliquet d'échappement* C, mobile autour de cet axe. Le cliquet d'échappement est situé exactement au-dessus de la roue à rochet R^r appartenant à l'axe du volant; sa denture est la même, mais tournée en sens inverse; un ressort courbe R, vissé sur la plaque d'échappement PE sollicite le cliquet C à tomber sur la roue à rochet R^r. Si cette chute a lieu, l'embrayage entre l'axe du volant et l'axe d'impression se produit et les deux axes sont intimement unis, tandis que, comme nous l'avons dit, ils restent indépendants à l'état ordinaire; examinons comment se produit cette liaison momentanée des deux arbres.

Le cliquet C porte, en arrière de sa denture, un appendice D. Cet appendice glisse sur les deux pentes d'un *plan incliné p*, sorte de petit prisme triangulaire, vissé sur le pont Q qui soutient l'axe du volant.

Si nous supposons l'axe imprimeur A^6 arrêté et le levier de détente JJ' au repos, le taquet *t* de la plaque d'échappement PE est appuyé contre l'épaulement *a* du levier de détente et l'appendice D du cliquet C est placé un peu en arrière de l'arête du plan incliné, comme dans la figure 152-1.

Au moment où le levier de détente bascule, le taquet *t* de la plaque d'échappement perdant son point d'appui, l'appendice D du cliquet C glisse le long du plan incliné *p*; la partie dentée obéissant à l'effort du ressort courbe R se rapproche de la roue à rochet R^r et les deux dentures mordant l'une dans l'autre, l'embrayage des deux axes A^6, A^5 a lieu. L'axe A^5 entraîne l'axe A^6, et tous les deux, ainsi assemblés, exécutent, à la même vitesse, une révolution complète; mais à la fin de cette révolution, l'appendice D du cliquet C glisse sur la partie montante du plan incliné *p*, le cliquet C est soulevé, sa denture abandonne celle de la roue à rochet R^r et le désembrayage a lieu (fig. 152-1). Les deux axes ne restent donc jamais solidaires que pendant la durée d'une révolution.

L'armature de l'électro-aimant soulevée ne saurait revenir d'elle-même au contact des pôles de l'aimant; on l'y ramène

Digitized by Google

mécaniquement. Pour cela, une came en forme de *colimaçon* F a été adaptée à la plaque d'échappement PE. Cette came excentrée passe sous la courbe inférieure *c* du levier de détente, à un moment déterminé, pendant la rotation de l'axe d'impression; elle soulève la branche J' du levier en abaissant la branche J; la vis V rencontre l'armature P soulevée et, en l'abaissant à son tour, la force à s'appliquer sur les plaques polaires dont l'attraction la maintiendra (fig. 152-3).

L'axe d'impression ne justifierait pas son nom s'il ne portait les organes destinés à faire marquer sur la bande de papier les signes gravés sur le pourtour de la roue des types. Ces organes au nombre de quatre, sont des *cames* disposées à l'extrémité antérieure de l'axe.

Axe de la roue des types (fig. 153). — L'axe de la roue des types est le 4e mobile du mouvement d'horlogerie; il tourillonne entre les deux platines de l'appareil. Dans l'espace compris entre ces deux platines, l'axe de la roue des types porte un pignon, une roue dentée, une roue d'angle. Par le pignon, il reçoit le mouvement du 3e mobile; par la roue dentée, il transmet le mouvement au pignon de l'axe du volant et fait exécuter à cet axe sept tours pendant que lui-même n'en exécute qu'un; par la roue d'angle, il communique au chariot une vitesse angulaire égale à celle dont il est animé.

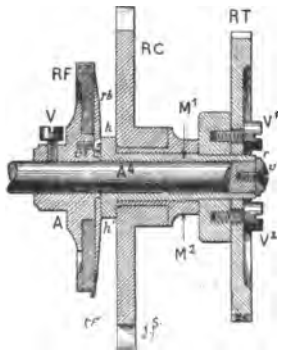


Fig. 153. — Coupe de l'arbre de la roue des types.

L'axe de la roue des types se prolonge en avant de la platine antérieure de l'appareil. Sur cette portion de l'axe sont placées trois roues dont les mouvements sont complexes. En effet, elles peuvent se déplacer toutes les trois en suivant le mouvement de l'axe ou bien se déplacer d'un certain angle, soit ensemble, soit séparément, indépendamment du mouvement propre de l'axe, ou bien enfin deux d'entre elles restent immobiles pendant que l'autre continue avec l'axe son mouvement de rotation uniforme.

Les trois roues dont nous venons de parler sont :

La roue des types RT;

La roue de correction RC ou roue correctrice;

La roue de frottement RF.

La roue des types est un disque en acier trempé, sur le pour-

Digitized by Google

tour duquel sont marqués en saillie les lettres, les chiffres et les signes de ponctuation admis dans les correspondances télégraphiques.

On peut considérer le périmètre de la roue des types comme divisé en 56 parties égales. Sur deux points de la circonférence sont ménagés, en creux, deux espaces vides, correspondant chacun à deux divisions. Les 52 autres divisions sont saillantes et portent chacune, gravés en relief, une lettre, un chiffre ou un signe de ponctuation, les chiffres et les signes de ponctuation alternant avec les lettres et formant deux séries distinctes composées, comme on le voit ci-dessous, d'un espace blanc et de 26 caractères :

1 A 2 B 3 C 4 D 5 E 6 F 7 G 8 H 9 I 0 J . K , L ; M : N ? O ! P
Blanc (lettres) Z » Y & X (É) Blanc (chiffres) V = U / T § S — R + Q'

Si on envisage séparément chacune des deux séries comprenant un espace blanc (2 divisions) et 26 caractères (1 division chaque), on peut considérer la roue des types comme partagée en 28 divisions, nombre égal à celui des touches du clavier et à celui des goujons. On sait déjà que le chariot tourne avec la même vitesse que la roue des types et on peut concevoir qu'au moment précis où le chariot passe au-dessus de l'un des goujons, la roue des types présente à sa partie la plus basse le caractère correspondant, prêt à être imprimé. Mais de la sorte, si on est parti de la série des lettres, ce sont toujours des lettres qui s'imprimeront. Pour obtenir la série des chiffres, il faudrait décaler la roue des types de la distance qui, sur sa circonférence, sépare une lettre d'un chiffre, soit 1/56 de circonférence. On y est parvenu par un procédé mécanique.

La roue des types est maintenue par deux vis V^1, V^2 sur un manchon M^1 qui s'engage à frottement doux sur l'axe A^1. Les trous à travers lesquels les vis traversent la roue des types sont légèrement elliptiques, de façon à permettre un réglage. Une rondelle *r*, serrée par une vis *v* empêche le manchon et la roue des types de s'échapper en avant. En arrière, le manchon porte un levier *hh'* (fig. 154), à bras égaux, qui fait corps avec lui et, par conséquent, avec la roue des types.

Sur le manchon de la roue des types, qui est en acier, est calé, à frottement doux, un second manchon M^2 en laiton, auquel est soudée la *roue de correction* ou *roue correctrice* R C. Cette roue est adjacente au levier *hh'*.

La roue correctrice R C, dont le diamètre est un peu plus grand

Digitized by Google

que celui de la roue des types, est en acier trempé. Sa circonférence est divisée en 56 parties égales, composées de 28 creux et de 28 dents, fortes, aiguës et à faces légèrement recourbées, comme le montre la figure 154. Si on se reporte à la division de la roue des types et si on superpose les deux roues, il est possible de faire coïncider les 28 dents de la roue correctrice avec les lettres de la roue des types; alors les creux de la roue correctrice coïncident avec les chiffres de la roue des types. Inversement, si les dents de la roue correctrice sont en regard des chiffres de la roue des types, les creux sont en face des lettres. Or, l'impression ne peut avoir lieu que pour un caractère situé vis-à-vis d'un creux de la roue de correction; donc, pour imprimer une lettre ou un chiffre, il faudra déplacer la roue des types de 1/56 de circonférence, afin de faire coïncider cette lettre ou ce chiffre avec un creux de la roue de correction.

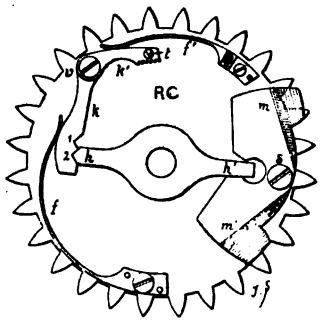


Fig. 154. — Roue de correction (face postérieure).

Sur le manchon M² de la roue de correction, on remarque un cran biseauté *c* (voir fig. 156) taillé dans le métal; c'est le cran d'arrêt qui permet d'immobiliser la roue de correction et la roue des types dans l'intervalle des transmissions.

La face postérieure de la roue de correction supporte plusieurs organes importants :

Le levier inverseur *m m'*;

Le cliquet à coches *k*;

Le cliquet de correction *k'*.

Le *levier inverseur m m'* est destiné à produire la déviation de 1/56 de circonférence de la roue des types, déviation qui permet d'imprimer à volonté une lettre ou un chiffre. C'est une sorte d'ancre, dont les deux bras égaux *m*, *m'* peuvent basculer autour de la vis à centre *s*, qui la fixe à la roue de correction R C. Au-dessous de la vis-pivot *s*, le levier inverseur *m m'* porte un évidement circulaire, dans lequel s'engage l'une des pointes *h'* du levier *h h'*, adhérent au manchon de la roue des types. L'autre pointe *h* de ce levier peut passer de l'un à l'autre cran du cliquet à coches *k*. Celui-ci, monté sur le même axe que le cliquet de correction *k'*, est pressé sur la pointe *h* du levier *hh'* par un fort ressort recourbé *f*.

Digitized by Google

Les deux saillies m, m', formées par les extrémités du levier inverseur, sont calculées de telle sorte qu'elles se trouvent en regard des deux espaces creux de la roue des types (blanc des lettres et blanc des chiffres). Dans les deux positions que peut occuper ce levier, l'une ou l'autre des saillies m, m' émerge à travers l'espace vide limité par deux dents adjacentes, et bouche en quelque sorte cet espace, tandis que l'autre saillie ne dépasse pas la base des deux dents situées dans son voisinage et laisse libre l'espace compris entre ces deux dents. Dans cette position, représentée par la figure 154, la pointe h du levier est logée dans le cran 2 du cliquet à coches k, et la roue des types, solidaire de la roue de correction, la suit dans tous ses mouvements, la série des lettres, par exemple, étant en regard des creux de la roue de correction. Si, par un procédé mécanique quelconque, on agit sur la saillie m du levier inverseur, et qu'on la repousse jusqu'à ce qu'elle affleure la base des deux dents adjacentes, la saillie m' émergera et obstruera le creux devant lequel elle se trouve, tandis que la pointe h du levier passera du cran 2 dans le cran 1 du cliquet à coches k. Là encore la roue des types sera solidaire de la roue de correction et sera entraînée par elle, mais ce sera la série des chiffres qui correspondra aux creux de la roue de correction ; la roue des types aura basculé de 1/56 de circonférence.

Ce système d'inversion n'existait pas dans l'appareil primitif où les chiffres étaient représentés par les lettres précédées et suivies d'un signal convenu. Ce n'est là, d'ailleurs, qu'une fonction auxiliaire de la roue correctrice dont le but principal est de *corriger*, à chaque émission de courant, les légères différences de vitesse qui peuvent exister entre le chariot du poste transmetteur et la roue des types du poste récepteur.

Tel que nous l'avons décrit jusqu'à présent, le double manchon qui porte la roue correctrice et la roue des types est immobile sur l'axe A^4 de la roue des types, animé à l'intérieur de ce manchon d'un mouvement uniforme et continu. Il faut cependant que, dans certaines conditions, ces deux roues soient entraînées par l'axe moteur et puissent l'abandonner pour redevenir immobiles.

La liaison entre la roue des types et la roue de correction d'une part, et l'axe moteur d'autre part, a lieu par un échappement analogue à celui qui unit l'axe du volant à l'axe imprimeur.

Le cliquet de correction k' pivote autour d'une vis à centre v qui le fixe à la roue de correction et est pressé par le ressort recourbé f'. Il porte une goupille t qui fait saillie du côté de la platine de l'appareil. Au-dessous de ce cliquet tourne la

Digitized by Google

roue de frottement R F, installée d'une façon particulière (fig. 153 et 155).

Sur l'axe moteur A^4, entre la platine antérieure et la roue de correction, un fort anneau métallique A est solidement maintenu par une vis de pression V, de façon à former corps avec l'axe A^4. Sur un épaulement convenablement ménagé sur la face antérieure de cet anneau, vient se loger la roue de frottement R F. C'est une roue à rochet en acier, finement dentée, et évidée de façon à s'adapter, à frottement doux, sur l'épaulement de l'anneau A. Un ressort circulaire en laiton *r b*, bombé et évidé vers son centre pour laisser passer l'axe A^4, comprime la roue de frottement contre l'anneau A. Ce ressort est fendu suivant des rayons, et fixé à l'anneau A par trois vis v^1, v^2, v^3 qui mordent dans le laiton sans toucher à la roue R F. La roue de frottement est suffisamment pressée entre le ressort *r b* et l'anneau A pour être entraînée par l'arbre A^4; cependant, sous un effort suffisant, elle peut glisser entre l'anneau A et le ressort *r b* qui lui servent de coussinets.

La roue de frottement R F tourne au-dessous du cliquet de correction *k'*, et les dents de ces deux organes sont disposées en sens inverse, de sorte que, si le cliquet obéit à l'action du res-

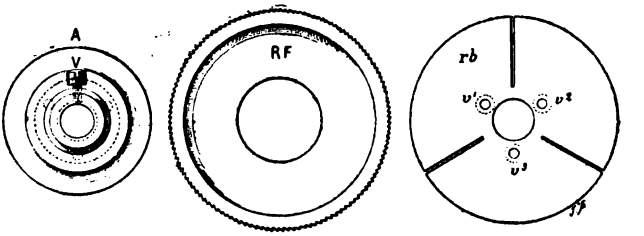


Fig. 155. — Détails de la roue de frottement.

sort *f'*, il tombe sur la roue de frottement, s'engrène avec elle et établit la liaison entre la roue de correction, la roue des types et l'axe moteur, qui, alors, les entraîne dans son mouvement de rotation.

Si, par un procédé quelconque, nous soulevons le cliquet de correction *k'*, la roue de frottement R F devient libre et continue sa course avec l'arbre moteur A^4, tandis que la roue de correction et la roue des types cessent de tourner et restent immobiles.

C'est le *levier de rappel au blanc* et le *ressort-lame* qui lui est annexé qui ont pour mission de soulever, en pleine marche,

Digitized by Google

le cliquet de correction et d'immobiliser la roue de correction ainsi que la roue des types solidaires l'une de l'autre.

Ce levier (fig. 156) pivote autour de l'axe O, vissé dans la platine antérieure de l'appareil. Il porte trois branches, dont l'une B, horizontale, est garnie d'un bouton *b*, sur lequel on presse avec le doigt pour manœuvrer le levier.

Les deux autres branches B^1, B^2 sont inclinées et ont des formes spéciales. Les trois branches s'abaissent simultanément lorsqu'on appuie sur le bouton *b*.

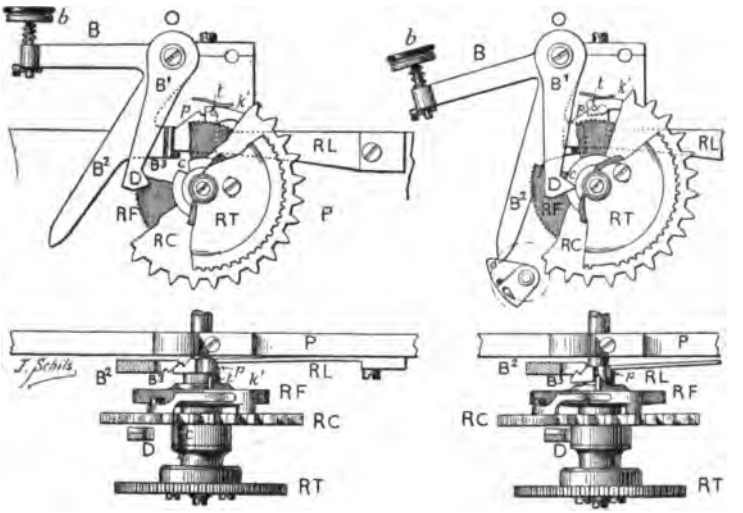


Fig. 156. — Levier de rappel au blanc.

La branche oblique antérieure B^1 est taillée en forme de coin à sa partie inférieure D. Elle est située entre la roue de correction et la roue des types et se meut dans un plan parallèle aux plans de ces deux roues. Lorsque les trois branches du levier sont abaissées, le coin D pénètre dans l'encoche *c*, ménagée sur le manchon de la roue de correction. La branche oblique postérieure B^2 est située sur le même plan que la branche horizontale B; elle est taillée, à sa partie inférieure en un biseau légèrement arrondi. Lorsque le levier est abaissé, la pointe de B^2 est très rapprochée de l'axe imprimeur et se trouve alors sur le trajet d'une des cames de cet axe qui rejette en arrière tout le levier peu après qu'une autre came a dégagé la roue de correction et la roue des types.

La branche oblique postérieure B^2 porte, vers son milieu, en

Digitized by Google

B^3, un appendice horizontal biseauté et fortement encoché.

En regard de cet appendice, et fixé à la platine P de l'appareil, entre la branche B^2 du levier et la roue correctrice, se trouve un *ressort-lame* en acier RL, terminé par une pièce *p*, de forme particulière. On remarque sur cette pièce une encoche correspondant à celle de B^3; sa face supérieure est oblique et porte un cran, suivi d'un plan incliné analogue à celui que nous avons décrit à propos de l'embrayage de l'axe du volant avec l'axe imprimeur et qui, ici, joue le même rôle par rapport à la roue de frottement et au cliquet de correction.

Tant que le levier de rappel au blanc reste au repos, la pièce terminale *p* du ressort-lame est assez éloignée du cliquet de correction *k'*, embrayé avec la roue de frottement RF, pour laisser tourner librement le système.

Lorsque, par la pression du doigt sur la bouton *b*, on abaisse le levier, l'appendice B^3 de la branche B^2 glisse le long de la pièce *p* et force le ressort-lame RL à s'éloigner de la platine P pour se rapprocher de la roue de correction RC. Le plan incliné se trouve alors sur le trajet de la goupille *t* du cliquet de correction *k'*. En raison de la vitesse acquise, cette goupille gravit la pente de la pièce *p* et s'arrête dans le cran de cette pièce. Dans cette position, le cliquet *k'* est suffisamment soulevé pour que ses dents abandonnent les dents de la roue de frottement RF, qui seule continue à tourner. Au moment précis où le cliquet *k'*, soulevé, reste suspendu sur le cran de la pièce *p*, le coin D de la branche B^1 a pénétré dans l'encoche *c* du manchon de la roue de correction et a arrêté cette roue ainsi que la roue des types En résumé : le ressort-lame RL est éloigné de la platine P et maintenu dans cette position par la pièce B^3 logée dans l'encoche correspondante de la pièce *p*; le cliquet de correction *k'* est soulevé et arrêté sur le cran du plan incliné *p*; la roue de correction et la roue des types sont immobilisées par le coin D de la branche B^2, enfoncé dans l'encoche *c*; enfin, la pointe de la branche B^1 s'est rapprochée de l'axe imprimeur. Un nouvel embrayage de la roue des types et de la roue de correction avec la roue de frottement est déterminé, en temps opportun, par une came spéciale (came de correction) qui, rencontrant une des dents de la roue de correction lui donne une impulsion suffisante pour que le coin D soit dégagé de l'encoche *c*. Sous cette impulsion, la goupille *t* du cliquet de correction *k'* descend le long de la pente postérieure de la pièce *p* et, sous l'effort du ressort *f'*, la denture du cliquet *k'* mord sur celle de la roue de frottement RF, déterminant ainsi de nouveau l'embrayage de

Digitized by Google

cette roue avec la roue de correction et la roue des types. Enfin, par une seconde came (came de dégagement) le levier est complètement rejeté vers la gauche, de telle sorte que le ressort-lame RL, par son élasticité propre, se rapproche assez de la platine P pour se trouver en arrière du plan de rotation de la goupille *t* du cliquet *k'*.

Axe imprimeur. — Cames (fig. 157). — Les cames placées vers l'extrémité antérieure de l'axe imprimeur sont au nombre de quatre :

La came de dégagement;

La came de correction;

La came d'entraînement du papier ou came de progression;

La came d'impression.

La *came de dégagement* CD a pour objet de ramener à sa position initiale le levier de rappel au blanc lorsque celui-ci a été abaissé pour arrêter la roue des types et lorsque celle-ci se remet en marche.

C'est une goupille en acier *g*, fixée à un bras de levier CD, solidement assujetti à l'arbre A^6; en rencontrant sur son passage la branche B^2 du levier de rappel au blanc, elle la rejette en arrière, dans les conditions que nous avons indiquées; mais elle contribue aussi, assez fréquemment, à ramener l'axe imprimeur à sa position de repos lorsque sa vitesse acquise n'est pas suffisante. En effet, dans ce cas particulier, lorsqu'on abaisse le levier de rappel au blanc, la branche B^2 rencontre la goupille *g* qui n'est pas à sa place et, par son intermédiaire, communique à l'axe imprimeur A^6 l'impulsion qui lui faisait défaut.

La *came de correction* CC est enchâssée dans la pièce CD qui supporte la goupille de dégagement *g*; elle est maintenue dans cette pièce par deux vis. Cette came s'use assez rapidement et la disposition adoptée permet de la changer facilement.

La came de correction est en acier trempé; sa coupe est assez semblable, quant à la forme, à celle d'un pépin de poire. Elle doit pénétrer, à chaque révolution de l'axe imprimeur, entre deux dents de la roue de correction et a pour fonctions :

1° De déterminer la mise en marche de la roue des types, comme nous l'avons vu plus haut, et de provoquer l'embrayage de la roue de correction avec la roue de frottement;

2° D'activer ou de retarder, suivant le cas, la marche de la roue des types entraînée par son axe;

3° De faire basculer le levier inverseur dans un sens ou dans l'autre, et par là de déplacer la roue des types de 1/56 de circonférence, pour obtenir l'impression d'une lettre ou d'un chiffre.

Digitized by Google

La *came d'entraînement du papier* CP ou *came de progression* est soudée et vissée sur l'axe imprimeur. On y distingue une partie plane *a*, une partie circulaire *b* et une partie excentrée *c*.

Elle agit sur un levier LE qu'elle force à s'abaisser pour faire avancer la bande de papier, soit pour séparer les mots, soit pour empêcher les caractères qui s'impriment successivement de se superposer.

La *came d'impression* CI est un prisme triangulaire. à arête vive, qui soulève un levier LI portant le barillet sur lequel passe la bande de papier. En soulevant le levier LI, la came CI force la bande de papier à venir toucher la tranche de la roue des types. toujours recouverte d'encre oléique; elle laisse ensuite retomber le levier.

Impression (fig. 157). — Le mécanisme imprimeur comprend. outre les cames qui le commandent :

Le levier d'impression;

Le levier d'entraînement;

Le ressort en U.

Le *levier d'impression* LI et le *levier d'entraînement* LE sont montés chacun sur un manchon spécial traversé par un axe MM commun aux deux leviers. Cet axe est monté dans une glissière sur la platine antérieure de l'appareil et fixé par une vis.

A l'opposé de l'axe MM sur lequel il pivote, le levier d'impression LI se termine par une fourche *ff'* entre les branches de laquelle est engagée l'extrémité de l'axe imprimeur A^6 qui porte la came d'impression CI. Les mouvements du levier LI sont limités, en dessous par l'axe A^6, en dessus par une vis de réglage montée sur l'équerre qui soutient l'extrémité de l'axe A^6 et dans laquelle il tourillonne. Vers le milieu du levier LI, et perpendiculairement à sa direction, est vissé un axe horizontal *o* autour duquel peut tourner le cylindre imprimeur. C'est un petit tambour dont les bords sont garnis, de chaque côté, de deux rangées de fines dents *d*. Le milieu est recouvert par une couche épaisse de gutta-percha *e*.

C'est sur ce cylindre que passe la bande de papier, emmagasinée, sous forme de rouleau, sur un rouet situé vers la droite de l'appareil. Cette bande de papier, en se déroulant, est guidée d'abord par une boucle assujettie à un long ressort flexible; elle passe ensuite au-dessus de l'arbre M, puis sur une poulie G, garnie de drap. Sur le cylindre imprimeur, elle est maintenue et pressée par une fourchette en ivoire *ii*, appelée *presse-papier*, et dont les branches sont situées au-dessus de la denture *d* des bords du cylindre imprimeur. Ce presse-papier est monté sur un

Digitized by Google

axe horizontal H, autour duquel est enroulé un ressort à boudin *r*, destiné à assurer une pression convenable des branches de la fourchette en ivoire sur la bande de papier interposée entre celles-ci et le cylindre.

En arrière du cylindre imprimeur, et faisant corps avec lui, se trouve une roue à rochet R fortement dentée.

Le levier d'entraînement LE est adjacent au levier imprimeur LI; il porte, en *h*, une forte goupille sur laquelle s'appuie l'extrémité libre d'un ressort d'acier K, recourbé en U, dont

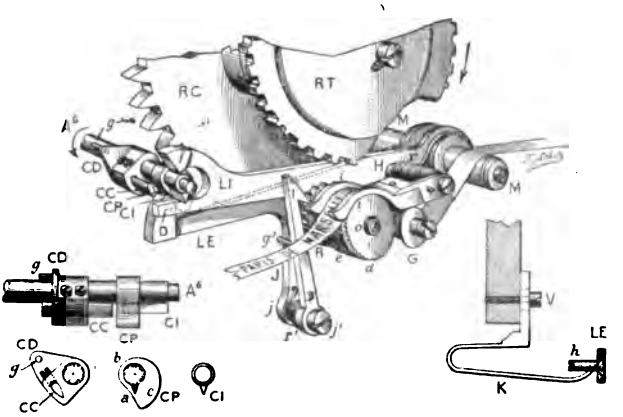


Fig. 157. — Axe imprimeur; cames.

l'autre branche est fixée par une vis V à la platine antérieure de l'appareil. Ce ressort agit de bas en haut sur le levier LE et a pour effet de forcer sa pointe D à s'appuyer constamment sur la came d'entraînement du papier CP. A l'état de repos, la pointe D du levier exerce une certaine pression sur la partie plane *a* de la came CP; cette disposition a pour objet : 1° de favoriser le mouvement de bascule de la pièce d'échappement au moment de l'embrayage de l'axe d'impression avec l'axe du volant; 2° de faciliter l'ascension du cliquet de détente sur le plan incliné au moment du débrayage.

Un appendice vertical J du levier LE supporte un petit axe horizontal *jj'*, sur lequel est monté un cliquet I, dont la dent unique est sans cesse en prise avec l'une des dents de la roue à rochet R adaptée au cylindre imprimeur. Un ressort à boudin *r'*, enroulé autour de l'axe *jj'*, maintient le cliquet I appliqué contre les dents de la roue R; une goupille *g'*, fixée au cliquet I, vient buter contre l'appendice vertical J du levier LE et limite l'action du ressort *r'*.

Digitized by Google

Si, avec le doigt, on abaisse le bec D du levier LE, le cliquet I entraîne la roue à rochet R et fait avancer la bande de papier pincée entre le cylindre imprimeur et la fourche du presse-papier *ii*. Lorsque l'action du doigt cesse, le levier LE, sollicité par le ressort en U, revient à sa position initiale sans que le papier puisse rétrograder, car le cliquet I saute par-dessus les dents de la roue à rochet R sans la faire tourner.

C'est la came d'entraînement CP qui, en réalité, produit ce double mouvement. Le bec D, par suite de la pression exercée par le ressort en U sur la goupille *h* du levier LE, reste constamment en contact avec la came d'entraînement CP. Lorsque celle-ci tourne avec l'axe d'impression A^6, elle présente successivement sa partie ronde *b* et sa partie excentrée *c* au bec D du levier LE. A mesure que l'excentricité de la came s'accentue, le levier LE s'abaisse et le cliquet I tire de plus en plus sur la dent de la roue R à laquelle il est accroché; le cylindre imprimeur tourne et la bande de papier avance. Aussitôt après le passage de la pointe de l'excentrique sur le bec D, il se produit un ressaut: le levier L E se relève vivement, appuyant de nouveau son bec D sur la face plane *a* de la came CP, tandis que le cliquet I, glissant sur la denture de la roue R, abandonne la dent qu'il a entraînée pour engrener la dent située au-dessus.

L'action de la came d'entraînement CP et du levier LE est réciproque. En agissant sur la came, le levier facilite l'embrayage et le débrayage de l'axe d'impression avec l'axe du volant; en agissant sur le levier, la came fait avancer le papier.

Avant d'aller plus loin, il convient de résumer ici le fonctionnement mécanique des différents organes que nous avons étudiés, pendant les révolutions successives de l'axe imprimeur.

Nous supposons l'appareil arrêté, qu'il soit en ligne ou non.

Dans cette position, le sabot du frein est appuyé contre le rebord du volant qu'il maintient à l'arrêt; le coin du levier de rappel au blanc est engagé dans l'encoche du manchon de la roue de correction et immobilise celle-ci ainsi que la roue des types. Le blanc des lettres de la roue des types est au-dessus du cylindre d'impression. Nous admettons que le poids est remonté.

Pour mettre l'appareil en marche, le télégraphiste abaisse la manette du frein du volant et dégage ainsi ce dernier. Le volant commence à tourner, accélérant rapidement sa vitesse jusqu'à ce que, sous l'action de la tige vibrante et de son frein, le régime uniforme se soit établi. Les quatre mobiles du mouvement d'horlogerie, y compris l'axe de la roue des types, l'axe du volant et le chariot tournent; l'axe imprimeur, le manchon qui

Digitized by Google

supporte la roue de correction et la roue des types restent immobiles.

Si alors on appuie sur une des touches du clavier, le goujon correspondant émerge au-dessus de la boîte des goujons. Au moment du passage du chariot, ce goujon est attaqué par la pièce de sûreté; il soulève la lèvre et fait basculer le levier d'émission du chariot. Par l'action de la tige de liaison qui unit le levier d'émission à l'axe du levier de détente, celui-ci bascule également et laisse tomber la pièce d'échappement qui a perdu son point d'appui. La chute de cette pièce est d'ailleurs provoquée par la pression qu'exerce le ressort en U sur le levier d'entraînement, appuyé lui-même sur la came de progression, came qui fait partie de l'axe imprimeur, comme la pièce d'échappement elle-même. Le cliquet de la pièce d'échappement tombe sur la roue à rochet et produit l'embrayage entre l'axe du volant et l'axe imprimeur. L'axe d'impression exécute alors une révolution avec une vitesse sept fois plus grande que celle qui anime le chariot. Pendant le premier quart de cette révolution, l'axe du volant communique à l'axe imprimeur sa propre vitesse et le met ainsi en mesure de vaincre les résistances dues au frottement des cames contre les organes qu'elles commandent. Pendant le second quart de la révolution de l'axe imprimeur, la came de correction rencontre la pointe d'une des dents de la roue de correction et ébranle suffisamment le système pour que le coin du levier de rappel au blanc soit chassé par la face inclinée de l'encoche dans laquelle il est engagé. La roue de correction étant ainsi ébranlée, le cliquet de correction glisse sur le plan incliné du ressort-lame, tombe sur les dents de la roue de frottement et détermine l'embrayage de l'axe de la roue des types avec le manchon qui porte cette roue. La roue des types et la roue de correction, formant corps, se mettent en marche, tandis que la came de correction continuant son mouvement de rotation en sens inverse, pénètre à fond dans l'intervalle de deux dents de la roue de correction et arrête, *pendant un instant très court*, la roue des types. C'est à cet instant précis que se produit le choc de la bande de papier contre la roue. En effet, à ce moment, la came d'impression soulève le levier d'impression et amène le cylindre imprimeur en contact avec la roue des types; aussitôt après, l'arête de la came passe sous l'arête du levier et l'abandonne. En même temps, la came de progression poussant, de haut en bas, le bec du levier d'entraînement par sa courbure excentrée, commence à abaisser progressivement ce levier et à faire avancer le papier, de sorte que l'im-

Digitized by Google

pression a lieu par le frottement de deux cylindres tournant en sens inverse : la roue des types et le cylindre imprimeur. Pendant le troisième quart de tour, c'est-à-dire après la fin de la première demi-révolution, la came correctrice abandonne peu à peu le creux de la roue de correction dans laquelle elle était logée et se trouve complètement dégagée après le troisième quart de tour de l'axe imprimeur. En présentant sa face de plus en plus excentrée au bec du levier d'entraînement, la came d'entraînement continue à abaisser ce levier; le cliquet engagé dans la denture de la roue à rochet force cette roue à tourner; elle avance d'une dent et fait progresser d'autant la bande de papier. La came de dégagement rencontre par sa goupille la branche du levier de rappel au blanc et ramène brusquement en arrière ce levier, déjà reculé par l'action initiale de la came de correction. Pendant le quatrième quart de révolution, la came d'entraînement cesse d'agir sur le levier d'entraînement; c'est au contraire celui-ci qui réagit sur la came, la pression du ressort en U le forçant à appuyer son bec sur la partie plane de la came. Les trois autres cames n'ont plus de rôle actif et reprennent leur position initiale.

Tout ceci se passe en 0,075 seconde pour une vitesse du chariot de 120 tours à la minute.

Les cames restent immobiles tant qu'il ne se produit pas de nouveau déclenchement du levier de détente, mais elles entrent cependant en jeu après chaque déclenchement ultérieur. Toutefois, la came de dégagement ne fonctionne plus que lorsque l'appareil a été préalablement ramené au blanc, c'est-à-dire lorsque la roue des types a été arrêtée par l'abaissement du levier de rappel au blanc.

Tout ce que nous venons de dire s'applique à l'appareil transmetteur, dans lequel le déclenchement est purement mécanique et provoqué par l'articulation du chariot avec le levier de détente.

Dans l'appareil récepteur, le fonctionnement mécanique est sensiblement le même, seulement le déclenchement est produit par le choc de l'armature de l'électro-aimant.

Ainsi que nous le verrons plus loin, le contact entre le goujon et la lèvre du chariot, ou mieux le mouvement de bascule du levier d'émission a pour effet d'envoyer un courant sur la ligne. Ce courant, en arrivant dans l'appareil récepteur, traverse les bobines de l'électro-aimant dans un sens tel qu'il diminue la puissance attractive de l'aimant permanent.

Les ressorts antagonistes de l'armature deviennent prépon-

Digitized by Google

dérants, et l'armature, se détachant franchement, vient, par un choc brusque, frapper la vis du levier de détente et faire basculer ce dernier. L'embrayage de l'axe du volant avec l'axe imprimeur se produit, comme nous l'avons déjà indiqué, et le jeu des divers organes reste tel que nous l'avons décrit.

Correction. — Le synchronisme n'est pas parfait, il ne saurait l'être, les organes mis en action ne pouvant eux-mêmes atteindre la perfection.

Trois causes concourent à altérer la concordance mathématique qui doit exister entre les vitesses du chariot de l'appareil transmetteur et de la roue des types de l'appareil récepteur ou, si l'on veut, entre les roues des types des deux appareils :

1° Le temps à peu près constant que mettent à remplir leur rôle les pièces destinées à assurer l'impression;

2° Le temps nécessaire à la propagation du courant à travers la ligne et les bobines du récepteur;

3° Les imperfections du régulateur.

La première de ces causes pouvant être considérée comme une constante, il suffit de la combattre par une autre constante, convenablement calculée.

Il s'agit de fixer les positions relatives que doivent occuper le chariot et la roue des types pour que le retard constant provenant du fonctionnement du mécanisme imprimeur établisse la concordance entre les deux organes. Sans entrer plus avant dans le vif du sujet, nous dirons que la concordance est établie lorsque la roue des types, immobilisée par le levier de rappel au blanc, présente sur la verticale, au point le plus bas, la lettre Z.

Dans cette position, au moment de la première émission de courant, lorsque le *blanc des lettres* se produit à l'arrivée, faisant avancer le papier, sans rien imprimer sur la bande, le chariot du poste de départ est déjà au-dessus du goujon représentant la lettre B. Cette avance du chariot sur la roue des types étant calculée et restant constante, il n'y a plus à s'en préoccuper.

Il reste à corriger les irrégularités provenant du régime du courant et celles qui résultent des imperfections du régulateur; c'est le rôle de la came de correction et de la roue correctrice.

Pour qu'un type laisse sur la bande de papier une empreinte parfaitement nette, il faut qu'au moment précis de l'impression il se trouve sur la verticale qui passe par les centres de la roue des types et du cylindre imprimeur. Si le type est à gauche de cette verticale, il est en avance; s'il se trouve à droite, il est en

Digitized by Google

retard. Pour le remettre à sa véritable place, il faut, dans le premier cas, faire rétrograder la roue des types; dans le second, la porter en avant, de la quantité voulue.

Lorsque la roue des types est en avance, la roue de correction l'est également. Si cette dernière était exactement à sa place, la came correctrice pénétrerait librement dans le creux qui sépare deux dents consécutives; mais, dans le cas qui nous occupe, la came correctrice rencontrera la dent postérieure qui est trop avancée et, dans ce choc, communiquera, à la roue de correction et à la roue des types qui lui est unie, sa vitesse propre. Cette vitesse est sept fois plus grande que celle de la roue de correction et donne à cette roue une impulsion en sens inverse de son mouvement de rotation normal. Si la roue de correction et la roue des types faisaient corps avec l'axe moteur, il y aurait choc et arrêt complet, mais on se rappelle que la roue de frottement est simplement pincée entre les pièces qui la supportent. Le cliquet de correction, fortement embrayé avec la roue de frottement par son ressort, force cette roue à glisser entre ses coussinets, en rétrogradant jusqu'à ce que la came de correction puisse se loger librement dans l'intervalle des deux dents de la roue de correction. La roue des types a reculé d'autant, et le type à imprimer est revenu sur la verticale au moment voulu, la came correctrice ayant agi avant que la bande de papier ait atteint son point culminant.

Lorsque la roue des types est en retard, la roue de correction l'est également. La came correctrice rencontre alors la dent antérieure qui n'est pas assez avancée, et communique à cette dent sa vitesse propre qui vient s'ajouter à la vitesse normale de la roue correctrice. Dans ce mouvement de propulsion, le cliquet de correction saute par-dessus les dents de la roue de frottement jusqu'à ce que la came correctrice puisse se loger librement dans le creux de la roue de correction qui lui est réservé. La roue des types a été projetée en avant, et le type en retard est venu se placer sur la verticale au moment où la bande de papier doit le toucher.

C'est de cette façon que se passent les choses lorsque les écarts de vitesse à corriger ne dépassent pas 1/56 de circonférence.

En résumé, si la roue des types est en avance, la came correctrice la fait reculer, la roue de frottement glissant entre ses coussinets; si la roue des types est en retard, la came correctrice la fait avancer, le cliquet de correction sautant par dessus les dents de la roue de frottement; si la roue des types est à sa place, il n'y a pas lieu à correction, et la came correctrice passe

Digitized by Google

librement entre les deux dents de la roue de correction, sans provoquer de déplacement ni en avant, ni en arrière.

Si le déplacement angulaire de la roue de correction, en avance ou en retard, était supérieur à 1/56 de circonférence, la came correctrice viendrait se loger, non plus dans le creux où régulièrement elle devrait entrer, mais dans le creux suivant ou dans le creux précédent; il s'ensuivrait que, au lieu de la lettre D, par exemple, c'est la lettre E ou la lettre C qui s'imprimerait; au lieu du chiffre 4, c'est le chiffre 5 ou le chiffre 3 qu'on lirait sur la bande; toutes les lettres ou tous les chiffres suivants seraient en avance ou en retard de la même façon. Dans ce cas, en effet, la correction ne se fait plus et l'action de la came a, au contraire, pour effet d'augmenter le désaccord entre le manipulateur du poste qui transmet et la roue des types du poste qui reçoit. On dit alors que l'appareil a *déraillé*.

On voit quel intérêt il y a à ce que l'écart entre le chariot transmetteur et la roue des types réceptrice soit toujours inférieur à 1/56 de circonférence. C'est par un réglage approprié que l'on parvient à maintenir l'écart de vitesse dans ces limites; nous y reviendrons plus loin.

Lorsqu'un déraillement se produit, le seul remède consiste à arrêter les deux roues des types et à les ramener au cran d'arrêt, *au blanc*, en abaissant le levier de rappel au blanc. La transmission, précédée au besoin d'un réglage préalable, peut recommencer aussitôt après.

Nous avons vu que pour imprimer à volonté des lettres ou des chiffres, il suffit de faire basculer la roue des types de 1/56 de circonférence; c'est le rôle de la came de correction et du levier inverseur.

Nous avons dit précédemment qu'à chacune des 28 divisions de la roue des types, contenant un espace blanc ou bien une lettre et un chiffre, correspondait un creux de la roue de correction. Le levier inverseur est monté de telle sorte que ses deux extrémités soient en regard de deux creux dont l'intervalle est égal à celui qui sépare les deux espaces blancs de la roue des types (blanc des lettres, blanc des chiffres). L'un de ces creux est toujours bouché par l'une des extrémités du levier lorque l'autre creux est libre.

Si nous considérons l'appareil au repos, la roue des types immobilisée par le levier de rappel au blanc, le blanc des lettres se trouve un peu à droite de la verticale passant par le centre de la roue des types; le levier inverseur est orienté de telle sorte que le creux dans lequel passera la came correctrice au

Digitized by Google

moment du démarrage de l'appareil n'est pas obstruée; ce creux se trouve dirigé suivant une droite qui joindrait le centre de la roue correctrice au centre de l'arbre des cames. Le creux dont il s'agit étant libre, l'autre extrémité du levier inverseur obstrue le creux devant lequel il se trouve.

Lorsqu'on appuie sur la touche *blanc des lettres*, la roue des types se met en marche, le cylindre imprimeur se soulève, le papier rencontre l'espace blanc et avance; la came correctrice n'ayant trouvé aucun obstacle dans le creux qu'elle a parcouru, n'a donné lieu à aucune déviation de la roue des types. L'abaissement successif des touches E, I, P... provoquera l'impression des lettres E, I, P... Si on appuie alors sur la touche *blanc des chiffres*, la came correctrice, en pénétrant entre les deux dents de la roue de correction, trouvera le creux correspondant au blanc des chiffres obstrué par le levier inverseur; elle chassera ce levier et fera de la sorte basculer la roue des types de 1/56 de circonférence, amenant ainsi la série des chiffres, aux lieu et place de la série des lettres, sur la verticale, au moment de l'impression. Lorsqu'on abaissera ensuite les touches E, I, P, ce sont les signes 5, 9, ! qui s'imprimeront. Dans cette position, le creux correspondant aux blancs des chiffres est devenu libre, mais le creux correspondant au blanc des lettres est obstrué.

En abaissant de nouveau la touche *blanc des lettres*, la came correctrice provoquerait, de la même manière, un mouvement de bascule de la roue des types, mais en sens inverse, et la série des lettres se trouverait de nouveau sur la verticale au moment de l'impression.

Commutateurs (fig. 158). — L'appareil Hughes est complété par deux commutateurs.

L'un est un simple interrupteur, dont la manette M peut être isolée ou bien repose sur un plot métallique *m*.

L'autre M' se compose de quatre secteurs en laiton, isolés les uns des autres, en relation avec les organes de l'appareil, et que l'on peut réunir deux à deux en vissant deux chevilles filetées, également en laiton, dans les trous ++ ou dans les trous — — qui sont taraudés.

Communications électriques (fig. 158). — Trois bornes marquées L, T, P, sont montées sur la table de l'appareil.

La borne L reçoit le fil de ligne, la borne T le fil de terre, la borne P est en relation avec l'un des pôles d'une pile dont l'autre pôle est à la terre.

A l'intérieur de l'appareil, la borne P communique avec le plot supérieur de contact *p* du levier d'émission du chariot.

Digitized by Google

La borne L est reliée, d'une part, à l'axe *m'* de la manette de l'interrupteur M; de l'autre, au massif de l'appareil, par l'intermédiaire du levier d'émission L du chariot.

La borne T communique avec le contact *m* de l'interrupteur à manette, avec le plot *terre* du commutateur à chevilles, et avec le chevalet C qui supporte l'armature de l'électro-aimant.

Le plot *bobine* 1 du commutateur M' communiqne avec l'entrée du fil de la bobine antérieure de l'électro-aimant, le plot *bobine* 2 avec la sortie du fil de la bobine postérieure.

Le plot *ressort de la came correctrice* est en relation avec le res-

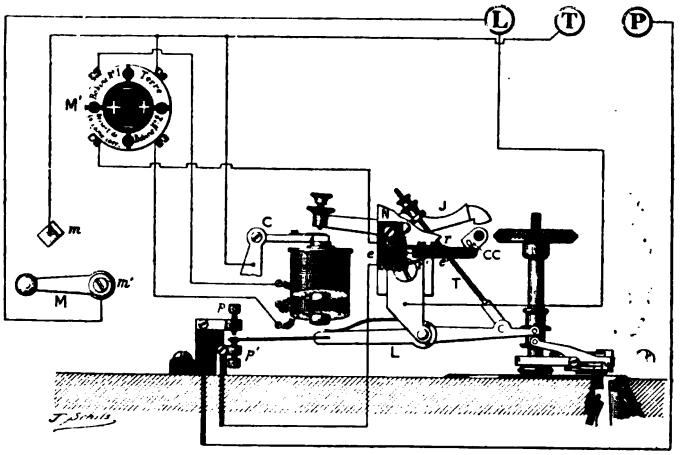


Fig. 158. — Communications de l'appareil Hughes.

sort *r* d'une pièce N, sorte d'interrupteur automatique interposé entre le commutateur M' et le plot de contact inférieur *p'* du levier d'émission L, c'est-à-dire entre la ligne et les bobines du récepteur. Cette pièce se compose de deux ressorts *r* et *r'* séparés par la pièce d'ébonite *e*. Au ressort *r*, est fixée par deux vis une seconde pièce en ébonite *e'*, sur laquelle s'appuie la came correctrice CC lorsqu'elle est au repos. La pression de cette came fait fléchir le ressort *r* et établit le contact entre ce ressort et le ressort *r'*. Lorsque l'arbre des cames est en mouvement, la came correctrice CC abandonne la pièce d'ébonite *e'*, le ressort *r* se redresse et les ressorts *r* et *r'* cessent d'être en commnication électrique.

Cette disposition a pour objet de couper la communication de la ligne avec les bobines, dès que le courant a produit son effet utile en traversant celles-ci.

Digitized by Google

Marche du courant (fig. 138). — Lorsque deux appareils Hughes sont en station aux deux extrémités d'une ligne télégraphique, l'un a le pôle positif de la pile attaché à la borne P, et le pôle négatif à la terre, l'autre a le pôle négatif attaché à la borne P et le pôle positif à la terre. Dans le premier, les chevilles du commutateur sont placées dans les trous + +; dans le second, elles occupent les trous — —.

Le poste central de Paris transmet toujours avec le courant positif.

Le fonctionnement du récepteur du poste qui transmet est purement mécanique et les courants se rendent directement sur la ligne, sans traverser les bobines de l'électro-aimant.

En effet, pour chaque touche convenablement abaissée, le goujon correspondant est soulevé; le chariot, en passant, rencontre ce goujon, la lèvre est soulevée, le levier d'émission L bascule, et, abandonnant le plot p', vient s'appuyer sur le plot p, relié à la borne P et à la pile; le courant passe alors par le levier d'émission L, et se rend sur le ligne par la borne L. En même temps, le levier de détente J, actionné par la pièce articulée T qui l'unit au levier d'émission L, a basculé, l'embrayage de l'axe du volant avec l'axe d'impression a eu lieu, et, comme la came correctrice CC a abandonné la pièce d'ébonite e', les ressorts r, r' se sont séparés, et le massif s'est trouvé isolé des bobines; la totalité du courant a été lancée sur la ligne.

A l'arrivée, la marche du courant diffère légèrement suivant que l'on a transmis en positif ou en négatif.

En positif, le courant arrivant par la borne L passe par le levier d'émission L, le contact p', les ressorts r, r', le plot *ressort de la came correctrice* du commutateur, le plot *bobine* 1, la bobine antérieure de l'électro-aimant, la bobine postérieure, les plots *bobine* 2 et *terre*, la borne T. Dès que le courant a atteint un régime suffisant pour permettre à l'armature de l'électro-aimant de se détacher, celle-ci frappe le levier de détente J, qui bascule et produit l'embrayage de l'axe du volant avec l'axe d'impression, d'où résulte l'impression; mais, aussitôt que cet effet utile a été produit, l'armature est restée en contact avec le levier de détente J et, par là, à travers le massif, il s'est établi une dérivation sur la borne T qui a soutrait les bobines à l'action du courant désormais inutile.

En négatif, la marche du courant est inversée par la position des chevilles du commutateur M' dans les trous — —.

De la borne L, le courant arrive au levier d'émission L du chariot, au contact p', aux ressorts r' r, aux plots *ressort de la*

Digitized by Google

came correctrice et *bobine* 2; il traverse l'électro-aimant en entrant par la bobine postérieure et en sortant par la bobine antérieure; enfin, il parvient à la borne T par les plots *bobine* 1, *terre*. Il est clair que si le courant positif, pénétrant par la bobine antérieure et sortant par la bobine postérieure, a provoqué le soulèvement de l'armature, un courant négatif, parcourant les bobines dans le même sens, aurait produit une adhérence plus forte de l'armature; mais ce courant négatif, circulant en sens inverse du courant positif, devait nécessairement produire le même effet que celui-ci, c'est-à-dire provoquer le soulèvement de l'armature.

Qu'il s'agisse d'un courant positif ou d'un courant négatif, le fonctionnement mécanique est absolument le même et la dérivation à la terre se produit de la même façon, par le contact du levier de détente J avec l'armature soulevée.

Réglage. — Le réglage général de l'appareil Hughes porte sur deux points :

Réglage du synchronisme;

Réglage de l'aimantation.

Réglage du synchronisme. — Pour modifier la vitesse de tous les rouages de l'appareil, il suffit de faire mouvoir la boule de la tige vibrante le long de cette tige. On y parvient en manœuvrant, dans un sens ou dans l'autre, le bouton moleté qui, par l'intermédiaire de son pignon et de la crémaillère reliée à la boule par un fil d'acier, force celle-ci à avancer ou à reculer le long de la tige vibrante.

Pour augmenter la vitesse, on rapproche la boule de la portion de la tige contournée en spirale; pour la diminuer on éloigne la boule de la spirale. Cette double manœuvre s'exécute aussi bien pendant que l'appareil est en marche que lorsqu'il est arrêté.

Les deux appareils étant en marche à des vitesses différentes, il serait impossible à l'un des correspondants de prévenir l'autre qu'il désire régler son appareil pour rétablir le synchronisme, si on n'avait recours à des signaux acoustiques. Il est clair, en effet, que toute autre indication arriverait dénaturée sur la bande du correspondant. On a choisi une combinaison de trois signes, répétés à chaque tour de chariot, combinaison produisant une cadence rythmée que l'oreille saisit facilement, quels que soient les signes qui s'impriment sur la bande. La combinaison de la touche *blanc des lettres* avec les touches I, T est celle qui est généralement admise; on obtiendrait cependant le même résultat et la cadence serait identique en appuyant sur les touches A, J, U ou sur d'autres ayant entre elles le même espacement sur le clavier. Le but à atteindre est de faire comprendre au

Digitized by Google

correspondant que l'on désire régler l'appareil, et l'oreille seule peut le lui faire comprendre.

Dès que le correspondant a saisi ce qu'on lui demande, il répète, à chaque tour de chariot, le même signal, en abaissant la même touche de son clavier jusqu'à ce que le réglage soit terminé, ce dont il est avisé par le poste qui a réglé et qui envoie alors un ou plusieurs courants sur la ligne.

C'est ordinairement la touche *blanc des lettres* qui est abaissée à chaque tour de chariot; on appelle cette opération *faire des blancs*, et le signal *blanc* IT qui l'a provoquée se traduit mentalement par : *faites des blancs*.

Le courant, lancé périodiquement sur la ligne par le poste qui *fait des blancs*, indique, à chaque fois, au poste qui reçoit que le chariot du poste de départ a exécuté une révolution; il faut que les révolutions de la roue des types du poste qui reçoit coïncident avec celles du chariot du poste de départ. S'il en est ainsi, à chaque envoi de courant, à chaque blanc, la roue des types du poste récepteur imprimera toujours le même signal, les vitesses seront les mêmes dans les appareils de départ et d'arrivée, à moins de 1/56 de circonférence près, erreur que rectifie toujours la came correctrice. Mais la roue des types du poste d'arrivée peut aller plus vite ou moins vite que le chariot du poste de départ, et c'est généralement ce qui arrive, sans quoi il n'y aurait pas eu lieu à réglage. Dans le premier cas, à chaque tour de chariot, à chaque blanc transmis, la roue des types, à l'arrivée, n'imprime plus constamment le même signe, mais bien des lettres ou des chiffres en avance, tels que A, B, C..., 1, 2, 3...

Dans le second cas, les types imprimés sont en retard, comme Z, Y, X..., 9, 8, 7...

Ces indications sont suffisantes pour faire connaître dans quel sens il faut manœuvrer la boule : si la série des lettres imprimées suit son ordre naturel, comme A, B, C..., 1, 2, 3... l'appareil avance et il faut éloigner la boule de la spirale; si la série des lettres imprimées se présente dans l'ordre inverse, comme Z, Y, X..., 9, 8, 7..., l'appareil retarde et il faut rapprocher la boule de la spirale.

Cette opération se fait lentement, par tâtonnements, jusqu'à ce que, à chaque tour de chariot, à chaque blanc, on obtienne l'impression d'une lettre quelconque, mais *toujours la même*.

On est alors assuré que, pour chaque tour de chariot, la différence de vitesse entre les deux appareils est inférieure à 1/56 de circonférence. Ce réglage approximatif pourrait être insuffisant,

Digitized by Google

car si, dans le cours d'une transmission, on laissait le chariot exécuter plusieurs révolutions successives sans transmettre aucun signal, les erreurs partielles de vitesse s'ajouteraient et leur somme devenant supérieure à 1/56 de circonférence, la came correctrice serait impuissante à les corriger; un déraillement s'ensuivrait.

On parvient à obtenir un réglage plus précis en laissant les erreurs s'accumuler et en observant jusqu'à quel point elles sont nuisibles, de façon à apprécier leur valeur exacte. Pour cela, le poste transmetteur continuant à faire des blancs, on met directement la ligne à la terre au poste d'arrivée, en plaçant la manette de l'interrupteur sur son plot de contact; on empêche ainsi la correction de se faire et on prolonge l'expérience pendant cinq tours de chariot au moins. La roue des types continue à tourner, sans que l'axe imprimeur ni la came correctrice entrent en jeu; par conséquent les erreurs de vitesse s'ajoutent pendant ces cinq tours de chariot.

« Si la lettre reçue avant cette opération est BBB... et qu'au moment où on laisse ensuite le courant agir comme à l'ordinaire sur l'électro-aimant, les émissions successives du correspondant donnent la lettre CCC..., c'est-à-dire une lettre suivante, cela indique que cinq erreurs accumulées ont donné à la roue des types du recepteur un écart total de 2/56 ou 1/28. et que l'écart de chaque tour est égal à 1/5 de cet écart total ou à 1/140 de circonférence (1). »

Quand ce résultat est constaté, on perfectionne le synchronisme en éloignant très légèrement la sphère de la spirale.

On recommence la même opération, en modifiant au besoin le réglage, jusqu'à ce que la même lettre s'imprime constamment après chaque expérience.

On répète ensuite les essais en laissant la ligne à la terre pendant dix tours de chariot et on rectifie de nouveau la vitesse jnsqu'à ce que la même lettre s'imprime constamment sur la bande. Cette approximation, qu'avec un peu d'habitude on obtient très rapidement, est nécessaire mais suffisante pour le bon fonctionnement de l'appareil.

Réglage de l'aimantation. — Nous avons dit plus haut que l'armature de l'électro-aimant est soumise à l'action de deux forces opposées : 1° la poussée des ressorts antagonistes qui tendent à la soulever; 2° la puissance attractive de l'aimant permanent qui tend à la maintenir appliquée sur ses pôles.

(1) Borel, *loc. cit.*

Digitized by Google

L'action de cette dernière force est habituellement prépondérante, mais lorsqu'un courant de sens convenable traverse les bobines de l'électro-aimant, la poussée des ressorts antagonistes doit prendre le dessus. Il importe, pour que l'appareil atteigne son maximum de sensibilité, que la différence entre ces deux forces opposées soit aussi petite que possible.

C'est pour obtenir ce résultat que l'on procède au réglage de l'organe électro-magnétique. On exécute ce réglage en manœuvrant la vis qui commande le ressort antagoniste antérieur et en faisant agir une pièce de fer doux additionnelle dont sont pourvus tous les appareils (pièce F de la fig. 151).

Cette pièce additionnelle est une languette de fer doux, taillée en coin à l'une de ses extrémités et terminée à l'autre par une sorte de manche surmonté d'un bouton en laiton.

En faisant glisser plus ou moins cette pièce le long des pôles de l'aimant, au-dessous des bobines, on diminue la puissance attractive de l'aimant d'une quantité proportionnelle à la masse de fer doux en contact avec lui.

Dans la pratique, le réglage de l'aimantation se fait au moyen d'un signal convenu. Ce signal consiste en la combinaison des signes *blanc des lettres* INT, que l'on répète à chaque tour de chariot. Lorsque l'appareil est mal réglé, ces caractères ne se reproduisent pas correctement sur la bande de papier; les lettres sont dénaturées; il en sort en trop ou en moins; ainsi, au lieu de INT, on reçoit IOT, IOU, IO, IT, HMT, etc.

Il faut alors manœuvrer la vis de réglage du ressort antagoniste et enfoncer ou retirer lentement le fer doux additionnel jusqu'à ce que les signes : *blanc* INT se reproduisent régulièrement à chaque tour de chariot.

Manipulation. — La manipulation de l'appareil Hughes nécessite une certaine cadence résultant du passage du chariot au-dessus des goujons correspondant aux touches abaissées.

La manipulation commence toujours par l'abaissement de la touche *blanc des lettres*. Il convient de transmettre, par chaque tour de chariot, le plus grand nombre possible de signaux, non seulement pour utiliser la vitesse propre de l'appareil, mais aussi pour assurer la régularité de sa marche, car il ne faut pas perdre de vue que la correction se fait à chaque émission de courant et seulement à ce moment, de sorte que plus les signaux sont espacés, plus les erreurs de synchronisme s'accumulent, et plus la correction devient difficile.

Il ne faudrait pas croire, cependant que l'on peut transmettre, en y mettant l'agilité voulue, une suite ou un nombre quelconque

Digitized by Google

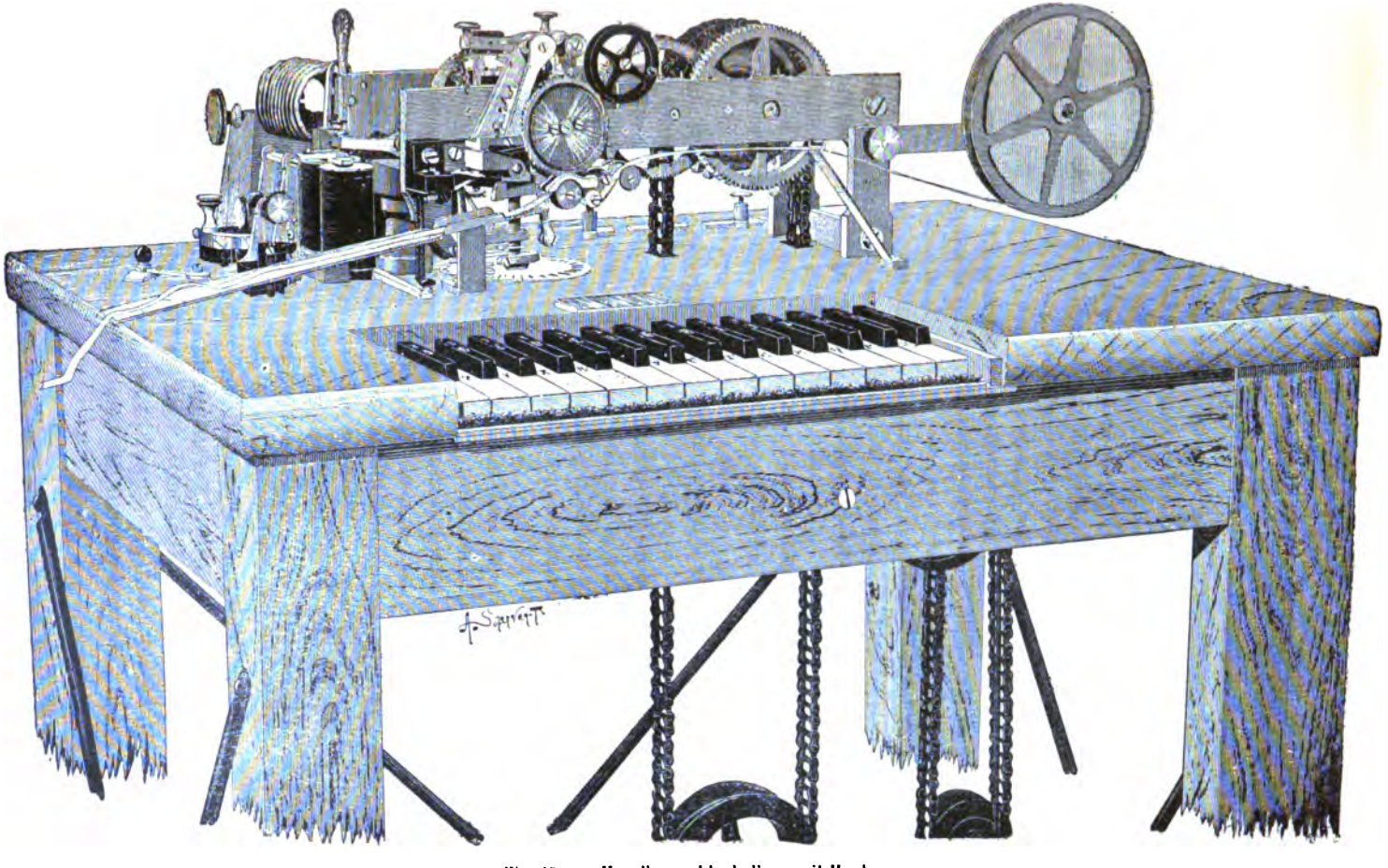


Fig. 159. — Vue d'ensemble de l'appareil Hughes.

Digitized by Google

de signaux dans un même tour de chariot; le fonctionnement mécanique de l'instrument s'y oppose. Il faut, pour qu'un signal puisse succéder à un autre, que l'axe d'impression ait exécuté une révolution complète. Pendant la durée de cette révolution, le chariot a parcouru quatre divisions de la boîte des goujons; ce n'est donc que la cinquième touche qui peut être utilement abaissée après la première *dans le même tour de chariot;* tous les caractères de 5 en 5 peuvent d'ailleurs être imprimés pendant ce même tour; exemple :

Blanc EJOTY, soit six signaux :

La façon dont les lettres se suivent dans les mots à transmettre permet de réaliser des *combinaisons* très variées que l'on peut reproduire en un seul tour de chariot. L'habileté du télégraphiste consiste à ne laisser échapper aucune de ces combinaisons possibles. Ainsi, la transmission du mot *saint* n'exige que deux tours de chariot : 1er tour, *blanc* S; 2e tour, AINT; le mot *baba* exigerait au contraire cinq tours de chariot, en comptant le *blanc* qui le précède.

De ce que nous venons de dire, on peut conclure avec M. Borel que :

« En supposant la ligne et l'appareil en bon état, celui-ci fonctionnera d'autant mieux que l'on fera, dans un temps donné, un plus grand nombre de *combinaisons*, car les erreurs de vitesse étant corrigées à des intervalles très rapprochés restent toujours aussi petites que possible, la came de correction subit moins de frottements; la tendance au déraillement est réduite au minimum (1). »

Habituellement, on travaille avec une vitesse de chariot de 110 à 130 tours à la minute.

Exercices de manipulation. — Les premiers exercices de manipulation se font sur un appareil fonctionnant mécaniquement, sans aucune communication électrique, et dont la vitesse ne doit pas dépasser 100 tours de chariot par minute.

On commence par essayer de reproduire le blanc des lettres à chaque tour de chariot, de façon à bien saisir et à s'assimiler la cadence de rotation du chariot. Pendant cet exercice préliminaire, le télégraphiste s'habituera peu à peu à remonter le poids sans interrompre la transmission. Il s'exercera ensuite à faire le signal d'appel (*blanc* N), puis les signaux que l'on échange journellement pour provoquer le réglage (*blanc* IT, *blanc* INT). Il étudiera successivement des combinaisons du *blanc* avec une

(1) Borel, *loc. cit.*, p. 259.

Digitized by Google

lettre, deux lettres, puis trois ou quatre lettres, puis le passage des lettres aux chiffres et réciproquement, ainsi que les combinaisons qui peuvent en résulter. Pendant ces études, on devra s'efforcer de retenir la position des différents signaux sur le clavier et les combinaisons auxquelles elle peut donner lieu, afin d'en profiter plus tard, lorsqu'on transmettra des télégrammes. Entre temps, on se mettra bien dans les doigts certains mots qui comportent les combinaisons compliquées les plus usuelles : *saint, maintenant,* etc... Enfin, lorsque le télégraphiste sera en mesure de transmettre couramment des phrases entières, il s'habituera à lire un texte écrit en le transmettant et en ne jetant que de temps à autre un coup d'œil sur le clavier. Peu à peu, il augmentera la vitesse de l'appareil jusqu'à 120 ou 130 tours de chariot à la minute. C'est alors seulement qu'il pourra commencer à travailler en ligne et à faire un service régulier en échangeant des télégrammes avec un poste correspondant, d'après les règles que nous allons indiquer.

Règles de transmission (1). — Lorsque deux bureaux communiquent entre eux par des appareils Hughes, les règles suivantes sont appliquées :

Pour appeler un poste ou lui répondre, répéter alternativement le blanc et l'N.

Pour obtenir la répétition prolongée du même signe, afin de régler le synchronisme, reproduire deux ou trois fois une combinaison composée du blanc, de l'I et du T.

Pour demander ou faciliter le réglage de l'électro-aimant, effectuer une combinaison formée des quatre signaux suivants : le blanc, l'I, l'N et le T, reproduite autant de fois qu'il est nécessaire.

Pour indiquer qu'on a compris, donner la combinaison BIN.

Pour donner attente, transmettre les lettres ATT suivies de la durée probable de l'attente.

Pour indiquer une erreur, faire deux ou trois N consécutifs, sans aucun signe de ponctuation.

Pour séparer le préambule des indications éventuelles, les indications éventuelles de l'adresse, l'adresse du texte et le texte de la signature, employer un double trait (=).

Pour indiquer la fin d'un télégramme, donner le signe +.

Pour interrompre la transmission du bureau correspondant, transmettre deux ou trois lettres quelconques convenablement espacées. Le poste interrompu reprend les derniers mots qui précèdent l'interruption. En cas de désaccord, le poste qui reçoit

(1) Extrait de l'instruction à l'usage des bureaux télégraphiques : 1er juillet 1894.

Digitized by Google

coupe de nouveau et indique le point précis où il y a lieu de reprendre la transmission.

Lorsque l'appareil ne possède pas l'É dans la série des lettres et que l'accent sur l'E est essentiel au sens (exemple : achète, acheté), le transmetteur répète le mot après la signature, en y faisant figurer entre deux blancs l'E qu'il faut accentuer, afin d'appeler l'attention du poste qui reçoit. Pour *ä*, *ö* et *ü*, on transmet respectivement *ae*, *oe* et *ue*.

Pour chaque fil desservi par des appareils Hughes, il est tenu deux procès-verbaux, l'un pour les télégrammes transmis, l'autre pour les télégrammes reçus.

Le service à l'appareil Hughes est, en général, assuré par deux agents, le manipulant et le contrôleur. Lorsque le poste est peu chargé, un seul agent peut être appelé à le desservir.

L'agent préposé à la manipulation est chargé du réglage de l'appareil, de la recherche des dérangements et généralement de tous les soins que réclame l'appareil. Il effectue toutes les transmissions, donne et demande les rectifications ou renseignements qui lui sont indiqués par le contrôleur ou dont il reconnaît la nécessité. Pendant la réception, il surveille, en lisant la bande, le fonctionnement de l'appareil; il tient le procès-verbal des télégrammes reçus et mentionne sur ce document tous les incidents relatifs à l'état des communications. Il est responsable du retard apporté à la transmission des télégrammes à transmettre.

L'agent chargé du contrôle vérifie les télégrammes transmis par la comparaison de la bande avec les originaux ou les copies de transit; il signale à l'agent transmetteur, au fur et à mesure qu'il les relève, toutes les erreurs ou omissions; il inscrit sur la minute ou la copie, avec sa signature, les heures de transmission, et tient le procès-verbal affecté à ces télégrammes sur lequel il mentionne tous les renseignements relatifs aux transmissions. Il découpe et colle sur les feuilles destinées à cet usage les bandes portant les télégrammes reçus et inscrit dans la case spéciale les indications relatives à la réception, suivies de sa signature; il vérifie le nombre de mots, compare le texte avec le collationnement et fait rectifier les passages erronés ou douteux. Il enroule ensuite les bandes non collées sur les feuilles d'arrivée ou de transit, après en avoir rapproché et collé les extrémités séparées.

Il est responsable de la perte de tout télégramme reçu et non collé, ainsi que de toutes les erreurs ou omissions qu'il a négligé de faire rectifier.

Digitized by Google

Lorsque le trafic est assez abondant, la transmission des télégrammes échangés à l'appareil Hughes s'effectue par séries alternatives. Chaque série ne peut comprendre plus de dix télégrammes. Tout télégramme de deux cents mots ou au-dessus est considéré comme formant une série.

Entre les bureaux où le mouvement des correspondances comporte l'emploi simultané de deux fils, chacun des conducteurs peut être affecté à la transmission exclusive des télégrammes dans un sens, mais, dans ce cas comme dans le précédent, la série reste limitée à dix télégrammes.

Lorsque l'appareil est desservi par un seul agent, le collationnement est transmis après chaque télégramme.

Les rectifications relatives à un télégramme de la série en cours de transmission peuvent être données entre deux télégrammes par l'agent transmetteur, mais elles ne sont demandées qu'après la série par le bureau qui reçoit.

Les rectifications relatives à des télégrammes d'une série précédemment transmise sont faites ou demandées par avis de service.

Les erreurs sont imputables :

1° A l'agent contrôleur du bureau transmetteur en cas de différence entre la transmission et la copie qui a servi à cette transmission ;

2° A l'agent contrôleur du bureau d'arrivée dans tous les autres cas.

Les bandes composant un télégramme sont collées sur toute la largeur de l'imprimé et de manière à se superposer par leurs bords. Toutefois, les nombres ou les mots qui ne trouvent pas intégralement place à la fin d'une ligne sont reportés à la ligne suivante sans être scindés.

Les passages erronés, les groupes de lettres sans signification sont éliminés avant le collage, et les deux parties de la bande qui a été coupée sont rapprochées et superposées par leur extrémité.

Si, après le collage, il reste à faire quelque correction, soit qu'elle porte sur une bande très courte, soit qu'elle provienne d'une rectification postérieure, l'employé biffe à l'encre le passage à modifier et rétablit, au bas de la feuille, le texte exact.

Aucune rectification ne peut être faite en superposant la bande rectificative sur la bande erronée, ni en surchargeant à l'encre le texte imprimé.

Après la transmission de la série, dès que les deux bureaux sont d'accord, le bureau qui a reçu en accuse réception, dans la forme suivante :

Digitized by Google

« De P (indicatif de la station qui a transmis) R 10 dont 2 off 1 mandat 1 ST 175-249 (numéros du premier et du dernier télégramme de la série). »

L'accusé de réception est collé sur le procès-verbal à la suite des télégrammes auxquels il se rapporte.

Les agents qui laissent transmettre des télégrammes dans le vide ou qui facilitent la perte des télégrammes, faute d'avoir complété ou fait compléter l'accusé de réception, sont responsables des pertes de ces télégrammes.

Démontage de l'appareil. — Pour démonter un appareil Hughes, opération que l'on doit exécuter environ tous les six mois, pour opérer un nettoyage complet, il convient de procéder dans l'ordre suivant :

Enlever successivement :

1° le poids,

2° la chaîne,

3° le tampon encreur,

4° l'équerre dans laquelle pivote l'extrémité de l'axe imprimeur,

5° le ressort double de contact de la came de correction,

6° le levier imprimeur,

7° le levier d'entraînement,

8° la roue des types et la roue de correction,

9° la roue de frottement et son support,

10° le levier de rappel au blanc et le ressort-lame,

11° le ressort en U,

12° l'équerre dans laquelle pivote la partie supérieure de l'axe du chariot,

13° le chariot,

14° le levier d'émission,

15° la crapaudine et son ressort à boudin,

16° le frein de la tige vibrante,

17° le mouvement d'horlogerie tout entier (y compris l'axe du volant et l'axe imprimeur, ces deux derniers axes pouvant d'ailleurs être enlevés sans qu'il soit nécessaire de démonter entièrement le mouvement d'horlogerie),

18° la platine antérieure,

19° les différents mobiles, le levier de détente,

20° la tige vibrante.

Généralement, la boîte des goujons, le clavier, le remontoir, l'aimant, l'électro-aimant, n'ont pas besoin d'être démontés.

Pour démonter les différents organes que nous venons d'énumérer, on procède de la manière suivante :

Digitized by Google

Poids. — Laisser retomber le poids jnsqu'à terre, décrocher le contre-poids, soulever la chaîne au-dessus de la roue dentée du premier mobile et la faire glisser de droite à gauche, de façon à abaisser la poulie qui supporte le poids, suffisamment pour permettre de détacher le socle.

Chaîne. — Soulever de nouveau la chaîne au-dessus de la roue dentée du premier mobile et la faire glisser, de droite à gauche, jusqu'à ce qu'on ait atteint la goupille à vis qui unit le premier et le dernier maillon; dévisser cette goupille et retirer la chaîne.

Tampon encreur. — Desserrer le bouton moleté qui fixe l'axe et tirer à soi en soulevant le ressort à boudin qui s'appuie sur le manchon du levier de rappel au blanc, ainsi qne le tampon qui presse sur la roue des types.

Équerre dans laquelle pivote l'extrémité de l'axe imprimeur. — Enlever la vis qui l'unit à la platine antérieure et tirer l'équerre à soi, en s'aidant au besoin de la lame d'un tournevis, introduite entre la platine et l'équerre.

Ressort double de contact de la came de correction. — Enlever la vis qui l'unit à la platine antérieure et porter la pièce en avant, en la laissant attachée à ses fils de communication.

Levier imprimeur. — Enlever la vis et la rondelle qui maintiennent les manchons du levier imprimeur et du levier d'entraînement sur leur axe. Faire tourner la roue des types jusqu'à ce qu'un des blancs soit sur la verticale; saisir le manchon du levier avec la main droite et tirer à soi, en écartant avec la main gauche le cliquet du levier d'entraînement.

Levier d'entraînement. — Retirer le levier d'entraînement en le saisissant par son manchon.

Pour démonter l'axe commun aux deux leviers, il faut dévisser complètement la glissière située sur la face antérieure de la platine, puis enlever la vis placée sur la face postérieure de la platine; pour cela, on fait usage d'un long tournevis que l'on engage entre les rayons de la roue dentée du troisième mobile, pour atteindre la tête de la vis.

Roue des types et roue de correction. — Relever le levier de rappel au blanc, Enlever la vis et la rondelle qui assujettissent les deux roues sur l'arbre de la roue des types; faire exécuter 3/4 de révolution à l'axe imprimeur pour dégager les cames; retirer ensemble la roue des types et la roue de correction.

Roue de frottement et son support. — Desserrer convenablement la vis qui fixe le support à l'axe et faire glisser toute la pièce sur l'axe, en agissant avec la lame d'un tournevis comme

Digitized by Google

avec un levier appuyé sur la pièce à enlever et sur la platine antérieure de l'appareil.

Levier de rappel au blanc et ressort-lame. — Enlever la vis antérieure et retirer le levier. Si on voulait démonter l'axe lui-même, il suffirait de dévisser la vis postérieure qui fait corps avec lui. Dévisser le ressort-lame.

Ressort en U. — Enlever la vis qui le maintient. Si l'on voulait déplacer le ressort en U, pour le régler, sans démonter la roue des types et la roue de correction, on emploierait un long tournevis que l'on glisserait entre deux dents de la roue de correction.

Equerre dans laquelle pivote la partie supérieure de l'axe du chariot. — Enlever la vis et dégager l'équerre en appuyant avec la main gauche sur la roue d'angle du chariot et en s'aidant, au besoin, d'un tournevis avec lequel on fait levier entre la platine et l'équerre.

Chariot. — Saisir la roue d'angle de la main droite et la tirer verticalement de bas en haut; on maintient la crapaudine en appuyant, avec la main gauche, la pointe d'un tournevis sur son rebord.

Levier d'émission. — Enlever l'écrou et le contre-écrou qui unissent le levier d'émission au levier de détente. Enlever la vis qui fixe à la platine la pièce supportant l'axe du levier. Retirer le levier tout entier en le faisant glisser vers la droite.

Crapaudine et ressort à boudin. — Le ressort est soudé à la crapaudine; on les retire aisément avec la main.

Frein de la tige vibrante. — Il faut d'abord dévisser la vis qui l'assujettit sur l'axe du volant. Pendant cette opération, il convient de maintenir fortement le frein, les branches rassemblées, pour l'empêcher de tourner, sans quoi on risquerait de se blesser si le tournevis venait à glisser. On dégage ensuite le frein de l'axe du volant en faisant glisser l'anneau le long de la tige vibrante, dans la direction de la boule; par un mouvement inverse, on retire l'anneau.

Mouvement d'horlogerie. — Détacher les trois vis qui fixent les piliers à la table. On peut démonter l'axe du volant en enlevant le grand pont dans lequel il tourillonne, en arrière de la platine postérieure, puis le petit pont qui le maintient sur le support du plan incliné.

Pour rendre libre l'axe imprimeur, il suffit de desserrer les deux boutons moletés qui fixent le coussinet de l'axe et d'enlever ce coussinet.

Platine antérieure. — Enlever les trois vis qui la fixent aux montants.

Digitized by Google

Différents mobiles, levier de détente. — Une fois que la platine antérieure est dégagée, on retire un à un les axes du mouvement d'horlogerie, ainsi que le levier de détente.

Tige vibrante. — Enlever successivement les vis qui unissent la tringle de la boule à la crémaillère et les quatre vis de la plaque qui maintient la tige.

Remontage de l'appareil et réglage des organes. — Le remontage de l'appareil se fait dans l'ordre inverse, mais, en y procédant, il y a lieu de tenir compte des positions relatives que doivent occuper les différents organes et des conditions auxquelles ils doivent satisfaire. Il est indispensable de connaître ces conditions, non seulement au point de vue du remontage d'un appareil Hughes, mais aussi pour permettre de rétablir la corrélation indispensable entre les différentes pièces, en cas de dérangement mécanique. C'est à ce titre que nous les examinerons.

Parmi les pièces dont nous n'avons pas prévu le démontage, il en est quelques-unes qui peuvent cependant se déranger et occasionner des perturbations dans les transmissions.

Les touches du clavier peuvent ne pas toutes se relever assez rapidement; il en résulte que des goujons peuvent rester soulevés d'une manière inopportune; la même lettre se reproduit en excès à chaque tour de chariot. Indépendamment du clavier, un goujon peut ne pas retomber à temps; il en résulte le même dérangement.

Les touches du clavier doivent donc être parfaitement libres et se relever dès que les doigts cessent d'agir sur elles.

Les ressorts de rappel des goujons peuvent être trop faibles; le goujon lui-même peut frotter contre les bords de la rainure. Dans ce dernier cas, on remet souvent les choses en bon état en soulevant le goujon par l'abaissement de la touche correspondante, en le maintenant dehors avec le doigt et en le laissant retomber; on répète plusieurs fois la même manœuvre, après avoir mis un peu d'huile sur la tête du goujon et sur le bord de la rainure.

Lorsque les ressorts de rappel ne sont plus assez forts, il faut les retendre ou les changer; on peut également avoir à remplacer des goujons dont la tête est usée ou brisée. Pour cela, il est nécessaire de démonter la boîte des goujons. Pour atteindre cette boîte, il faut enlever le clavier qui est fixé à la table par cinq boulons faciles à retirer; on devra cependant agir avec précaution, en raison du poids du clavier qui, monté sur un bâti en fonte, est très lourd.

Digitized by Google

La boîte des goujons est fixée à la table par trois vis; le couvercle est également fixé à la surface latérale de la boîte par trois vis. Le démontage n'offre donc aucune difficulté; il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de remettre les organes en place.

La boîte des goujons comprend deux parties : l'une est un cylindre creux portant à l'intérieur une couronne percée de 28 entailles, dans lesquelles s'engagent les pieds des goujons; à cette couronne sont accrochés les 28 ressorts de rappel qui tendent à ramener les goujons vers l'axe du cylindre; les goujons, maintenus par les ressorts, se tiennent debout sur la couronne, en raison de la forme de leur pied. La seconde partie de la boîte est plane; c'est le couvercle percé de 28 rainures qui reçoivent les têtes des goujons. Ce couvercle porte, à son centre, le tube qui sert de logement à la crapaudine et au ressort à boudin.

Lorsqu'on enlève le couvercle, les têtes de tous les goujons sont ramenées vers l'axe de la boîte par l'action des ressorts de rappel; il s'agit de faire rentrer ces têtes dans les rainures du couvercle au moment du remontage; c'est là le point délicat, pour lequel on est obligé d'employer un artifice.

Après avoir posé le couvercle dans la position qu'il doit occuper sur la boîte, on engage à la main la tête de chacun des goujons dans la rainure qui lui appartient; mais il faut maintenir chacun de ces goujons dans la position qu'on lui a donnée, sans quoi il serait chassé par son ressort et ramené à l'intérieur de la boîte. Un premier goujon est engagé dans la rainure et accroché sur son rebord; immédiatement on le cale avec un petit morceau de bois, un morceau d'allumette par exemple, introduit dans la rainure, derrière la tête du goujon. On procède de la même manière pour le goujon situé sur le même diamètre, puis sur les deux goujons occupant le diamètre perpendiculaire, et enfin sur tous les autres. Quand tous les goujons sont ainsi calés, une simple pression de la main suffit pour enfoncer et mettre en place le couvercle qu'on immobilise par ses trois vis latérales. On enlève ensuite les cales des goujons qui, d'eux-mêmes, reprennent leur position normale.

Un autre procédé consiste à faire entrer successivement chacun des goujons dans la rainure qui lui est affectée et, au fur et à mesure, de passer sous la tête de ceux-ci un fil de cuivre qui les maintient suspendus de la même manière que les cales de bois dont nous avons parlé. Ce fil de cuivre forme une sorte de couronne qui soutient au-dessus du couvercle les têtes de

Digitized by Google

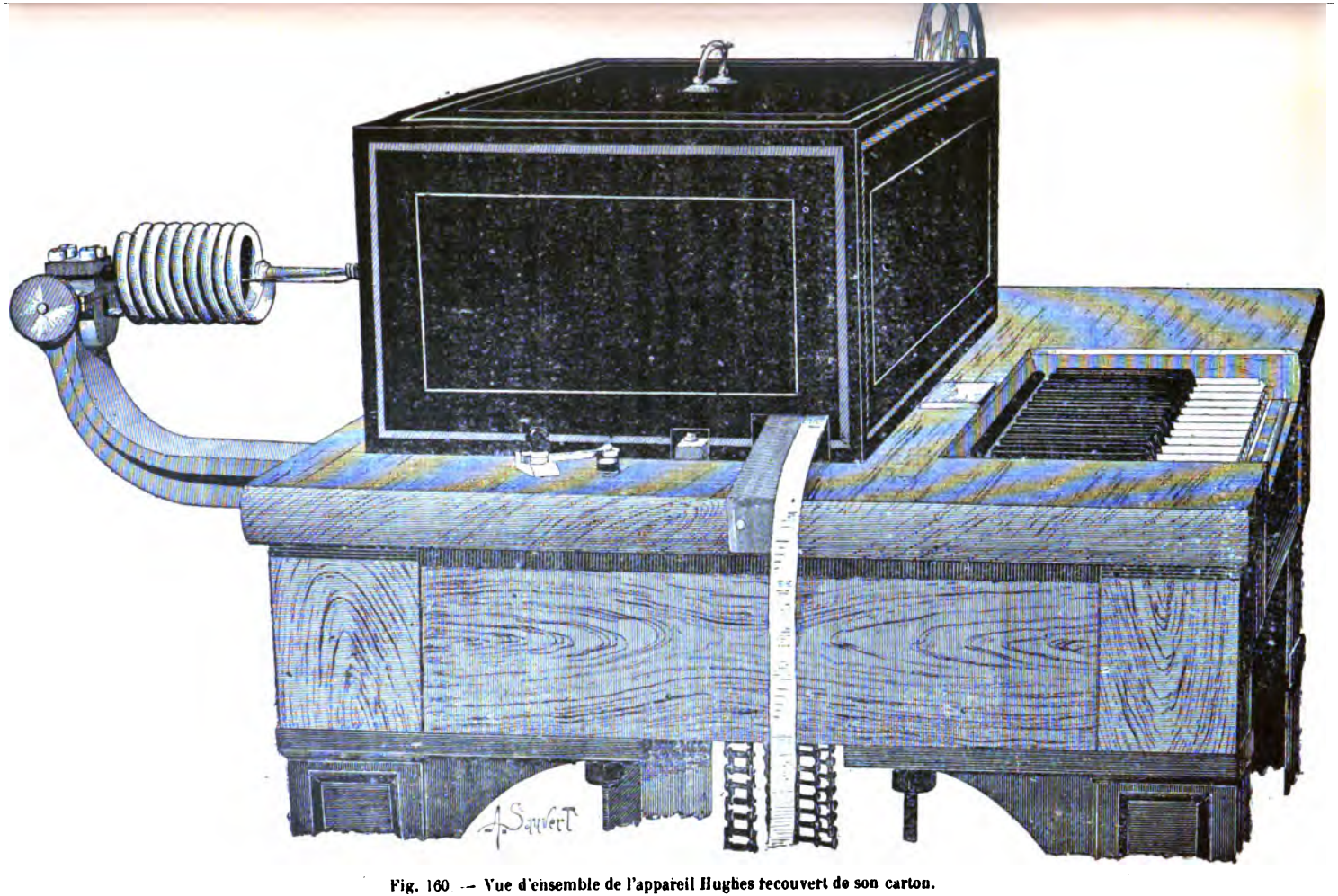


Fig. 160 — Vue d'ensemble de l'appareil Hughes recouvert de son carton.

Digitized by Google

tous les goujons; lorsque le couvercle est remis en place, comme précédemment, on retire le fil de cuivre, et tous les goujons reprennent leur position de repos.

En remontant la boîte, on aura soin de la placer bien horizontalement, de façon que, pendant les révolutions du chariot, la tranche de la lèvre tourne dans un plan parallèle à la surface de la boîte; il est nécessaire, en effet, que la lèvre soit à la même hauteur au-dessus de la boîte, quel que soit le point de la circonférence considéré.

La vis de contact du levier de détente doit être à égale distance des pôles de l'armature et, par conséquent, être au-dessus du ressort vissé sur la face supérieure de l'armature.

Entre ses deux vis pivots, l'armature doit pouvoir se mouvoir librement dans un plan vertical. Elle ne doit pas se déplacer latéralement, mais avoir seulement un peu d'élasticité. On s'assure que l'armature satisfait à ces conditions en la faisant déclencher à la main et en la ramenant au contact, puis en essayant de la faire mouvoir horizontalement.

L'armature doit recouvrir d'une égale quantité les deux plaques polaires et reposer bien à plat sur celles-ci. Un essai simple et rapide permet de le constater : on pose une bande de papier sur les plaques polaires et on ramène l'armature au contact; en tirant le papier dans tous les sens, on doit éprouver partout la même résistance.

Les différentes conditions que nous venons d'énumérer sont subordonnées à la position du support de l'armature par rapport à celle de l'aimant.

Les contre-vis de réglage des ressorts antagonistes de l'armature doivent être serrées à fond, de façon à immobiliser les vis qu'elles commandent; sans cela, ces vis se desserreraient sous l'action variable et répétée des ressorts antagonistes qui s'appuient sur elles.

Il faut veiller à ce que le papier qui recouvre les pièces polaires soit toujours bien tendu et très propre; lorsqu'il est taché par des gouttelettes d'huile ou d'encre oléique, il convient de le changer.

Tige vibrante. — Le pied de la tige vibrante doit être absolument immobilisé entre les deux plaques de métal qui la supportent. La console elle-même doit faire corps avec la table, sans déplacements possibles.

La tige vibrante doit être bien *centrée,* c'est-à-dire que, au repos, sa pointe doit s'appuyer avec une égale force sur l'axe du volant, quelle que soit sa position sur la circonférence de cet

Digitized by Google

axe. On rectifie le centrage en agissant par tâtonnement sur les quatre vis qui maintiennent le pied de la tige.

La sphère ne doit pas ballotter sur la tige. Dans le cas où elle aurait trop de jeu, on dévisserait la tringle, on retirerait la sphère, on enlèverait le ressort avec des pinces plates en lui faisant faire un demi-tour sur lui-même, on le courberait légèrement et on remettrait les choses en place.

Mouvement d'horlogerie. — Le mouvement d'horlogerie doit rouler librement. Si l'appareil est bien monté, il n'y a pas de dérangements à craindre de ce côté. Les tourillons des axes doivent être essuyés souvent et graissés à nouveau en introduisant de l'huile fine dans les trous ménagés à cet effet à travers les platines. Les arbres doivent avoir un peu de jeu entre les deux platines; on s'en assure à la main.

Levier de détente. — La tension du ressort doit être suffisante pour ramener le levier à sa position d'arrêt; on s'en assure en appuyant le doigt sur la vis de contact située au-dessus de l'armature; sous cette pression, le levier ne doit pas s'abaisser.

La vis de contact du levier, pour ramener l'armature au repos, doit être convenablement réglée; voici comment on procède à ce réglage : avec la main, on amène le levier imprimeur dans une position telle que le *colimaçon* engagé sous la *courbe inférieure* du levier de détente donne à l'*épaulement* sa hauteur maxima. L'appareil étant immobilisé dans cette situation, on desserre le contre-écrou et la vis elle-même, puis on resserre cette dernière jusqu'à ce que l'armature n'ait plus de jeu, mais seulement un peu d'élasticité entre la vis et les plaques polaires; on serre alors à fond le contre-écrou pour bloquer la vis.

Axe du volant. — Le volant est monté sur son axe à frottement dur; la pression plus ou moins forte du ressort qui maintient le volant lui-même est assurée par trois vis que l'on manœuvre dans un sens ou dans l'autre, lorsqu'il y a lieu de régler la pression de ce ressort; mais avant d'exécuter ce réglage, il faut avoir soin de laisser tomber le poids jusqu'à terre et d'enlever le frein de la tige vibrante.

Axe imprimeur. — Il faut changer le cliquet d'échappement dès que ses dents sont usées. Le ressort du cliquet doit être assez fort pour déterminer franchement l'embrayage du cliquet avec la roue à rochet, mais pas assez fort pour constituer un obstacle à l'ascension du cliquet sur le plan incliné.

La base du plan incliné d'échappement est percée de deux trous elliptiques à travers lesquels passent les vis qui fixent ce plan incliné au massif de l'appareil. Lorsque l'axe imprimeur

Digitized by Google

est au repos, le doigt du cliquet d'échappement est placé au-delà de l'arête vive du plan incliné, sur la pente descendante et, dans cette situation, les dents du cliquet ne doivent pas toucher celles de la roue à rochet, bien qu'en étant aussi rapprochées que possible. Si le cliquet ne remplissait pas cette condition par rapport au plan incliné, il faudrait déplacer ce dernier en desserrant légèrement les vis qui le maintiennent et en le poussant à droite ou à gauche; les vis seront serrées à refus lorsque le plan incliné sera dans la position voulue.

La came de dégagement et la came de correction sont maintenues sur un seul et même manchon soudé sur l'axe imprimeur. La came de correction est immobilisée dans son manchon; on ne doit pouvoir la déplacer dans aucun sens, à moins de desserrer les deux vis qui la maintiennent. On peut retourner cette came lorsque l'une de ses extrémités est usée ou bien l'enlever complètement pour la remplacer; il suffit pour cela de démonter l'équerre qui soutient l'extrémité de l'axe imprimeur, de desserrer les deux vis qui assujettissent la came et de la retirer de son manchon avec une pince plate.

La came d'entraînement est soudée sur l'axe imprimeur; elle doit toujours être en contact avec le bec du levier de progression.

La came d'impression est encastrée dans la masse de la came d'entraînement; son arête doit être très vive.

Frein de la tige vibrante. — La pression du ressort sur la came excentrique ne doit commencer que lorsque le bras dans l'anneau duquel est engagée la tige vibrante commence à s'éloigner de sa position de repos.

Le frotteur, au repos, doit être éloigné de 2 ou 3 millimètres du cylindre creux; il doit tourner à l'intérieur de ce cylindre et au milieu de sa surface latérale.

Lorsque le frein remplit convenablement son rôle, l'amplitude des vibrations de la tige vibrante est d'environ 3 centimètres.

On peut employer, pour vérifier l'état de la tige vibrante et du frein, un procédé acoustique très simple. En appuyant sur la platine postérieure de l'appareil une mince feuille de carton et en mettant la tranche de cette feuille en contact avec les dents de la roue motrice du volant, pendant la marche de celle-ci, on perçoit un son dont l'acuïté correspond au nombre des vibrations de la tige. Ce son reste invariable si le mouvement de la roue est uniforme; il varie, au contraire, passant alternativement d'une note à une autre, quand le mouvement s'accélère ou se ralentit. En touchant de temps à autre le bord du volant avec le doigt, on diminue à ce moment la vitesse; le son produit par

Digitized by Google

la feuille de carton est altéré, mais il doit reprendre aussitôt sa tonalité, ce qui indique que l'appareil a repris lui-même sa vitesse uniforme et que le frein ainsi que la tige vibrante fonctionnent régulièrement.

Un autre procédé de vérification, indiqué par les *Annales télégraphiques* d'après le *Journal télégraphique* de Berne, est le suivant (1) :

Après s'être assuré, par les moyens connus, que la vitesse des deux appareils est bien la même, on met la ligne à la terre pendant une dizaine de tours de chariot, en manœuvrant l'interrupteur à manette de l'appareil qui veut régler. Pendant que la ligne est à la terre, on donne quelques coups de doigt sur le volant pour faire fléchir la tige vibrante, puis on rétablit la communication.

Si on reçoit la même lettre qu'avant la mise à la terre, on est certain que la diminution du rayon de vibration résultant de ces coups sur le volant n'a pas produit de variation sensible dans la vitesse de l'appareil. Le frein est bien réglé.

Si au lieu de recevoir la même lettre, on reçoit en avance, par exemple B au lieu de A, on est certain que la diminution du rayon amène une accélération de l'appareil. Le frein est trop fort; il faut l'enlever, l'affaiblir, le remettre en place, régler de nouveau l'amplitude des vibrations et la vitesse et revérifier le frein comme ci-dessus.

Si on reçoit en retard, par exemple, *blanc* au lieu de A, la diminution du rayon produit un ralentissement. Le frein est trop faible; il faut l'enlever, le renforcer et recommencer les mêmes opérations jusqu'à ce qu'on reçoive la même lettre, ce qui indique que le frein est bien réglé.

Pour voir si le frein du correspondant est bien réglé, on lui demande une combinaison qui fasse bien fléchir sa tige, par exemple INT INT... On met à la terre pendant dix tours; si, après ces dix tours, on reçoit encore INT, son frein est bien réglé.

Si, au lieu de INT, on reçoit en avance AJOU AJOU..., cette avance n'est qu'apparente, car, pendant la mise à la terre, le rayon de vibration n'a pas changé au poste qui reçoit; l'avance provient donc d'un ralentissement au poste qui transmet. Son frein est trop faible. Si, au contraire, au lieu de INT, on reçoit ZHMS ZHMS..., son frein est trop fort.

Il est bien entendu que, pour procéder avec sûreté à cette vérification du frein, il faut que les autres parties de l'appareil

(1) *Annales télégraphiques*, 3e série, t. XIX, 1892, p. 217; et *Journal télégraphique* de Berne, t. XVI, 1892, p, 133.

Digitized by Google

soient en bon état, notamment la partie électrique bien réglée.

Chariot. — La roue d'angle du chariot doit engrener à fond avec la roue d'angle de l'axe de la roue des types. C'est le résultat de la poussée de bas en haut exercée par le ressort à boudin et la crapaudine. Comme conséquence, la roue d'angle doit avoir du jeu de haut en bas et n'en pas avoir de bas en haut.

L'axe du chariot doit être perpendiculaire à la surface de la boîte des goujons.

Ressort en U. — La vis de serrage du ressort en U passe dans une rainure entaillée dans le ressort et qui permet de le rehausser ou de l'abaisser.

La force de ce ressort doit être suffisante pour maintenir le bec du levier d'entraînement constamment appuyé sur la came d'entraînement pendant toute sa révolution. Ne pas perdre de vue que cette pression a également pour objet de favoriser la montée du cliquet d'échappement sur le plan incliné, au moment du retour de la plaque d'échappement à sa position de repos. Toutefois, une pression exagérée du ressort en U sur le levier d'entraînement aurait pour effet de ralentir la vitesse de l'appareil.

Levier de rappel au blanc et ressort-lame. — Le levier de rappel au blanc doit pivoter librement sur son axe. Lorsqu'on abaisse ce levier, le ressort-lame doit se rapprocher le plus possible de la roue de frottement sans la toucher, et son plan incliné doit se trouver sur le trajet de la goupille du cliquet de correction.

Au moment où le levier de rappel au blanc est rejeté en arrière, le ressort-lame doit se rapprocher de la platine suffisamment pour que la goupille du cliquet de correction ne puisse plus rencontrer le plan incliné. De plus, la branche oblique du levier doit se trouver hors de l'atteinte de la goupille de la came de dégagement.

Le réglage du plan incliné du ressort-lame doit être tel que la goupille du cliquet de correction franchisse aisément la pente de ce plan et s'arrête dans le cran qui lui est affecté. A ce moment, les dents du cliquet doivent avoir abandonné celles de la roue de frottement, et la branche antérieure du levier de rappel au blanc doit être engagée dans l'encoche du manchon de la roue des types.

Roue de frottement. — Il peut être nécessaire de séparer la roue de frottement de son support, soit pour la changer, soit pour régler le ressort-disque bombé.

Digitized by Google

Pour procéder à ce démontage, on enlève les trois vis qui fixent le ressort-disque bombé au support; on peut alors retirer le ressort et la roue elle-même.

Le ressort-disque bombé doit fournir une pression suffisante pour que la roue de frottement soit entraînée franchement par le cliquet de correction dans son mouvement de gauche à droite, et aussi pour qu'elle ne soit pas entraînée dans le mouvement de droite à gauche du cliquet, lorsque les dents de celui-ci sautent par-dessus celles de la roue de frottement. Cette roue doit cependant pouvoir rétrograder légèrement sous l'action de la came correctrice.

Le réglage convenable du ressort bombé est assuré par les trois vis qui le maintiennent, et que l'on serre plus ou moins.

Il convient de s'assurer que le support de la roue de frottement est bien immobilisé, par sa vis de serrage, sur l'axe de la roue des types.

Pour vérifier si ces conditions sont remplies, on fait tourner à la main la roue de correction, le cliquet étant embrayé sur la roue de frottement. Quand on tourne de droite à gauche, la roue de frottement doit être entraînée, sans que son support se déplace. Quand on tourne de gauche à droite, le cliquet doit sauter par-dessus les dents de la roue de frottement sans entraîner celle-ci.

Roue des types et roue de correction. — La position de la roue des types peut être réglée; à cet effet, les vis qui fixent cette roue à son manchon traversent des trous elliptiques percés dans la roue. Le réglage a pour objet d'obtenir une impression très nette des types. L'observation doit porter, en premier lieu, sur les lettres les plus larges, telles que M, T..., ce qui permet de déterminer de quel côté l'impression est défectueuse. A la suite de cette première constatation, on arrête l'appareil, on desserre les deux vis de la roue des types et, en immobilisant avec la main la roue de correction, on déplace légèrement la roue des types, à droite ou à gauche suivant le cas; on vérifie de nouveau l'impression et on oriente par tâtonnements la roue des types, jusqu'à ce que toutes les lettres s'impriment correctement; il conviendra également de vérifier l'impression des chiffres. On obtient habituellement une impression très correcte lorsque, pendant l'arrêt de la roue des types, la lettre Z est sur la verticale passant par le centre de cette roue et le centre du cylindre imprimeur.

Le tampon encreur laisse sur la tranche de la roue des types des débris qui, joints à la poussière et agglomérés par l'encre

Digitized by Google

oléique, forment une sorte de mastic qui peut nuire à la netteté de l'impression. Il faut nettoyer fréquemment les caractères avec une brosse.

La roue de correction doit être bien trempée, ses dents très aiguës.

Le levier inverseur doit être également fortement trempé; il a été ajusté une fois pour toutes avant le montage.

Le ressort du cliquet de correction doit être assez fort pour assurer un embrayage solide avec la roue de frottement, pas assez pour empêcher le cliquet de sauter par-dessus les dents quand la roue de correction est chassée de gauche à droite par la came correctrice.

Le jeu du levier inverseur et du levier de la roue des types ne doit permettre aucun ballottement de cette dernière.

Levier d'entraînement. — Le frottement du manchon sur son axe doit être très doux.

La pression du bec du levier sur la came d'entraînement est réglée par le ressort en U.

La tension du ressort à boudin qui commande le cliquet à ressaut doit être suffisante pour que la dent du cliquet n'abandonne jamais les dents de la roue à rochet.

A chaque tour de l'axe imprimeur, la roue à rochet doit avancer d'une dent.

Levier imprimeur. — Le frottement du manchon sur son axe doit être très doux.

Lorsque la came d'impression a cessé d'agir, le levier doit retomber franchement par son propre poids. La courbe de la fourchette sous laquelle passe cette came a besoin d'être très bien ajustée pour que l'impression soit nette.

Le cylindre imprimeur doit être solidement fixé au levier.

Les deux branches du presse-papier doivent exercer une égale pression sur les dentures marginales, sans quoi le papier avancerait de travers.

Trop aiguës, les dents marginales enrouleraient le papier autour du cylindre, au lieu de le faire avancer; trop émoussées elles n'entraîneraient pas le papier.

L'anneau de gutta-percha doit être bien cylindrique et bien uni. On le remplace en ramollissant par la chaleur une bande de gutta-percha et en l'appliquant sur le cylindre que l'on fait rouler sur une surface bien plane avant le refroidissement complet. La gutta ne doit pas dépasser le niveau des dentures marginales; on enlève les bavures au couteau.

La hauteur du cylindre d'impression par rapport à la roue des

Digitized by Google

types se règle au moyen de la vis qui soutient l'axe commun du levier d'entraînement et du levier imprimeur.

Le levier d'impression porte un guide-papier dont le drap doit être légèrement huilé.

Examiner si le rouet fonctionne régulièrement.

Equerre dans laquelle pivote l'extrémité de l'axe imprimeur. — La vis verticale, appuyée sur un petit ressort que porte l'équerre, sert à limiter la montée du levier d'impression. La distance entre la tête de la fourchette de ce levier entièrement soulevé et la pointe de la vis doit être égale à l'épaisseur de 1 ou 2 morceaux de papier bande.

Tampon encreur. — La pression du tampon encreur sur la roue des types est réglée par un ressort à boudin. Le tampon ne doit pas ressauter sur la roue au passage des blancs. De temps en temps, on dépose au pinceau un peu d'encre oléique sur le feutre, en évitant d'en mettre en excès. Déplacer la surface frottante lorsqu'elle commence à s'user; pour cela on desserre le bouton moleté qui assure la fixité de l'axe du tampon et on avance ou on recule celui-ci.

Chaîne. — Les maillons de la chaîne, ainsi que les axes des poulies qui la guident doivent être huilés de temps à autre; il est même bon de procéder à un nettoyage complet tous les trois ou quatre mois.

Appareil Hughes, type du poste central de Paris. — Etant donné que la charpente du plancher du poste central de Paris est en fer, on a craint que, avec la disposition que nous avons précédemment décrite et dans laquelle le fil de ligne est relié au massif de l'instrument, ce fil de ligne ne fût mis à la terre lorsque le poids vient à toucher le plancher.

La disposition que l'on a adoptée pour parer à cet inconvénient consiste à sectionner en deux parties isolées l'une de l'autre le levier d'émission et à faire communiquer le fil de terre avec le massif. Il en est résulté quelques modifications dans les communications intérieures de l'appareil; elles sont représentées sur la figure 161.

Comme dans le dispositif ordinaire, la borne P est reliée au plot supérieur de contact p du levier d'émission L. Le plot inférieur p' est réuni au ressort r' de la came de correction, mais il communique aussi avec le chevalet C qui supporte l'armature de l'électro-aimant et avec le plot de contact m du commutateur à manette M.

La borne L est en relation avec le ressort u du levier d'émission, isolé du massif en i.

Digitized by Google

La borne T est reliée à l'axe du levier d'émission et, par conséquent, au massif, à l'axe *m'* du commutateur à manette M, au plot *terre* du commutateur à chevilles M'.

Les autres plots du commutateur bavarois M' conservent leurs connexions, savoir :

Plot *bobine* 1 avec la bobine antérieure de l'électro-aimant;

Plot *bobine* 2 avec la bobine postérieure de l'électro-aimant.

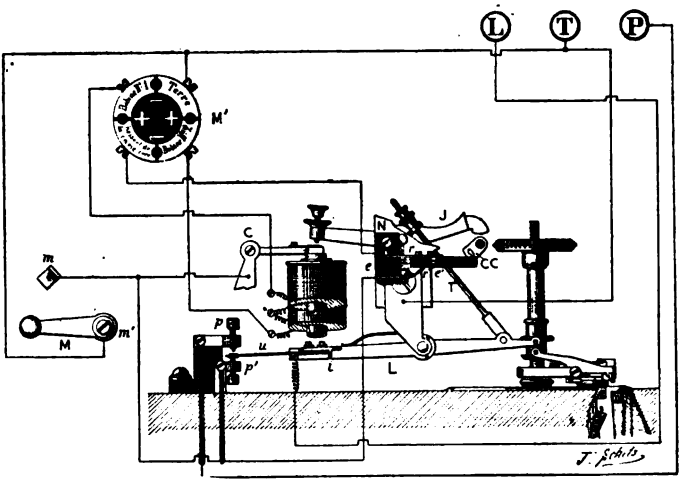


Fig. 161. — **Communications électriques de l'appareil Hughes (modèle du poste central de Paris).**

Plot *ressort de la came correctrice* avec le ressort *r* de la came de correction.

On voit que la marche des courants n'est pas sensiblement modifiée.

Remontoirs automatiques. — Dans les bureaux télégraphiques de peu d'importance, le remontage du poids de l'appareil Hughes à l'aide du pied et de la pédale s'impose, bien que ce soit une opération fatigante pour le personnel, astreint déjà à une attention soutenue et presque continuelle pour la manipulation et la surveillance de l'appareil. Dans les grands centres, où un certain nombre d'appareils Hughes sont en service, et qui, pour la plupart, disposent d'une force motrice, il a semblé possible d'éviter aux employés cette manœuvre de la pédale qui se renouvelle à peu près toutes les trois minutes. Dans ce but, on a essayé successivement, et suivant les ressources locales, des turbines ou autres moteurs hydrauliques, des moteurs à gaz ou

Digitized by Google

à pétrole, des moteurs à air comprimé et des moteurs électriques, auxquels on s'arrêtera sans doute dans toutes les stations qui posséderont des machines génératrices, destinées à l'éclairage ou à tout autre usage. Aucun modèle de moteur électrique n'est encore définitivement adopté, et l'administration a sagement agi en laissant les constructeurs présenter des types d'appareils, auxquels on n'impose que des dimensions et un rendement approprié à leur emploi, sans se préoccuper, outre mesure, de leurs dispositions de détail. De la sorte, on arrivera bientôt à adopter le modèle qui, à tous les points de vue, aura donné les meilleurs résultats.

Nous ne nous proposons pas d'étudier ici, dans tous leurs détails, les différents moteurs mis à l'essai, mais seulement d'en indiquer le principe et de montrer comment le moteur est accouplé avec l'appareil Hughes et comment il agit automatiquement sur le remontoir.

Turbines. — Les premiers essais eurent lieu, au poste central de Paris, avec une petite turbine, imaginée par Humblot, employé de l'administration française. Cette turbine était substituée à une partie des rouages de l'appareil et actionnait directement l'axe du volant; elle remontait aussi le poids.

La turbine Humblot fut également utilisée au poste central de Lyon jusqu'à ce que, comme à Paris, on l'ait remplacée par des moteurs électriques.

Remontoir hydraulique (fig. 162 et 163). — Le remontoir hydraulique de MM. Roux et Combaluzier convient aux bureaux dont la distribution d'eau a une pression supérieure à une atmosphère.

On en fait usage à Clermont-Ferrand et à Caen.

Ainsi que le montre la figure 162, la chute du poids provoque l'ouverture du robinet d'admission de l'eau, en faisant basculer le levier L, dont la tête est garnie d'un isolant *i*, pour éviter une mise à la terre de l'appareil au moment du contact du poids avec le levier. Dès que le poids remonte, le levier est ramené à sa position de repos par le ressort à boudin *r* et ferme le robinet d'admission.

L'eau arrive par le tuyau M et ressort par le tuyau N, après avoir traversé les trois corps de pompe A, B, C, dans lesquels se meuvent les trois pistons P, P^1, P^2.

Le piston P commande la tringle T de la pédale, au moyen de la tige D qui peut tourner, sous l'écrou *h*, autour de l'axe du piston et que l'on peut engager à volonté dans l'équerre T rapportée sur la tringle de la pédale.

Digitized by Google

Le piston P commande également le piston P¹.

Lorsque le poids, en s'abaissant, a fait basculer le levier L et a ouvert le robinet, l'eau s'introduit, par le tuyau M, dans les trois corps de pompe, en se bifurquant au point *a*. Dans le corps de pompe A, l'eau exerce une forte pression sur la face supé-

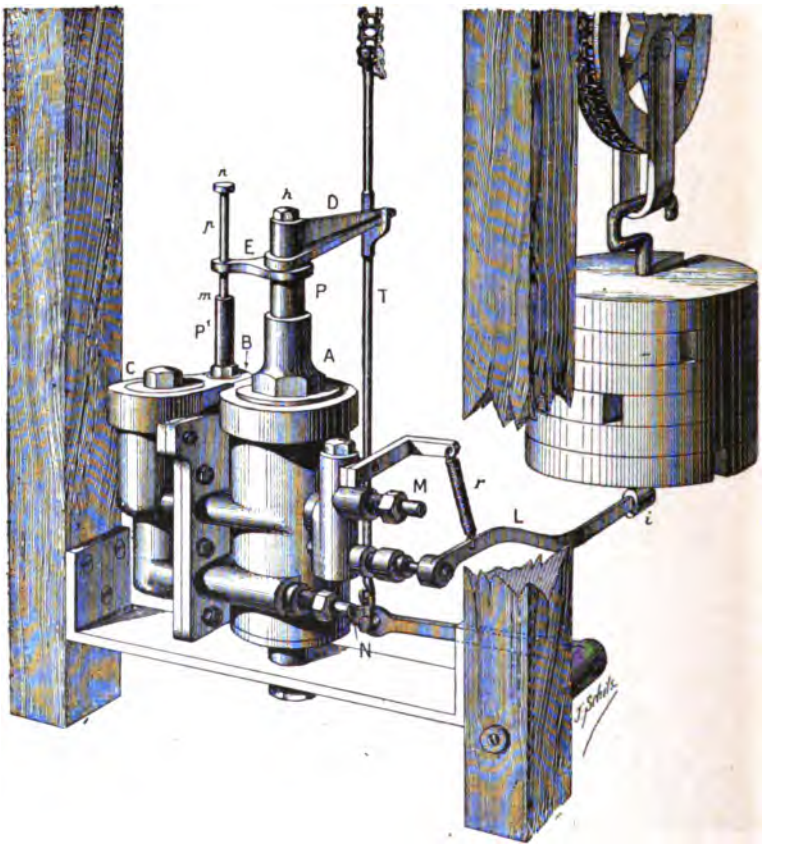


Fig. 162. — Remontoir Roux et Combaluzier.

rieure du piston P qui s'abaisse en refoulant la quantité d'eau emmagasinée au-dessous de lui; cette eau s'écoule par les tuyaux *b c*, N. Dans le corps de pompe B, le piston P¹, recevant une pression égale sur ses deux faces internes, ne change pas de position et laisse ouverts les orifices *d*, *e*. Dans le corps de pompe C, le piston P² reçoit une poussée de bas en haut qui le force à s'appuyer contre la paroi supérieure du corps de pompe,

Digitized by Google

dégageant ainsi l'orifice du tube d'évacuation *c*. En effet, l'eau, arrivant par le tube *d e*, exerce une égale pression sur les deux faces internes du piston P², mais comme la face interne inférieure a une surface beaucoup plus petite que la face interne supérieure, la pression sur celle-ci est prépondérante et force le piston P² à monter.

La liaison est établie entre les pistons P et P¹ par une tige horizontale E, fixée au piston P et terminée par un anneau qui glisse le long de la tige *p* du piston P¹.

Lorsque le piston P est arrivé à un certain point de sa course, la tige E vient buter contre le talon *m* et force le piston P¹ à s'abaisser en même temps que le piston P. Par suite de ce mouvement de descente, l'orifice *f* est débouché et la pression de l'eau, passant de *f* en *g*, s'exerce en sens inverse sur le piston P², ainsi que le montrent les flèches en pointillé. A ce moment, le piston P², pressé de haut en bas, descend et dégage l'ouverture *c*; l'eau pénètre dans le corps de pompe A par le tube *c b*, presse le piston P de bas en haut et l'oblige à remonter. Dans son mouvement d'ascension, la tige E rencontre la tête *n* qui termine la tige du piston P¹ et soulève celui-ci. En remontant, le piston P¹ ferme l'orifice *f*. La pression de l'eau, ne pénétrant plus dans le corps de pompe C que par le tube *d e*, produit, comme nous l'avons déjà vu, une poussée de bas en haut qui fait remonter le piston P², tandis que l'eau, emmagasinée au-dessus de lui, s'écoule par les tuyaux *g f*, N. Lorsque le piston P² est revenu à sa position initiale, c'est-à-dire lorsque sa tête s'appuie contre la paroi supérieure du corps de pompe C, l'orifice *c* est obstrué et le mouvement de descente du piston P recommence. On voit que la marche du piston P² est purement automatique. Le mouvement de descente du piston P abaisse la pédale qui, lorsque ce piston remonte, suit son mouvement ascensionnel sous l'effort de son brin de chaîne tiré par le

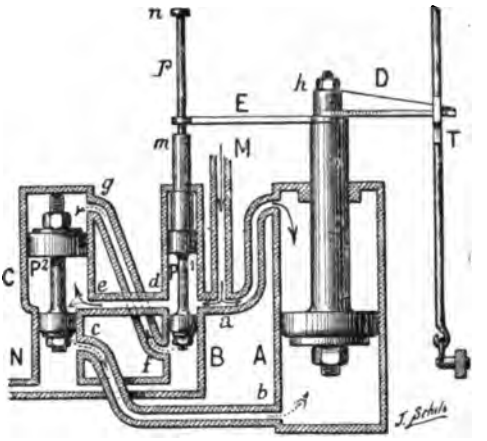


Fig. 163. — Remontoir Roux et Combaluzier (coupe).

Digitized by Google

ressort à boudin du remontoir. En cas d'accident au moteur, il est toujours facile de dégager la pédale et de la manœuvrer avec le pied; il suffit de l'abaisser légèrement et de détruire la liaison entre la tringle T et la pièce D, en faisant tourner cette dernière.

Remontoir actionné par un moteur à vapeur, à gaz ou à pétrole (fig. 164). — Un remontoir de ce genre est en service au bureau central de Lille; il a été combiné par MM. Berthot et Lagarde.

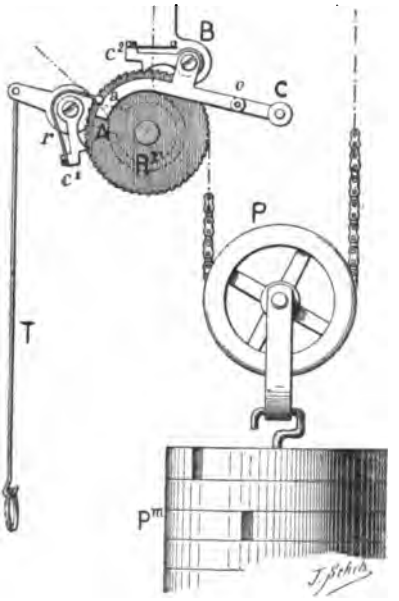


Fig. 164. — Remontoir Berthot et Lagarde.

Un arbre de transmission, mis en mouvement par un moteur à pétrole, est commun à tous les appareils Hughes. En face de chacun d'eux, cet arbre porte une poulie qui, au moyen d'une courroie sans fin, fait tourner une seconde poulie. L'axe de cette dernière est garni d'un pignon qui engrène une roue dentée à laquelle sont adaptées une manivelle et une bielle, reliées à un prolongement de la pédale et agissant sur celle-ci comme le ferait l'employé lui-même par la pression du pied; mais ici le mouvement de va-et-vient de la pédale est continu et, par un artifice, il a fallu soustraire le remontoir à cette action permanente pour ne l'utiliser qu'au moment opportun. On a eu recours, à cet effet, à l'action du poids, combinée avec une modification du système d'encliquetage.

Le cliquet A, qui entraîne la roue à rochet R^r et force le poids à remonter sous l'action de la pédale, est commandé par un ressort recourbé *r*. Lorsque ce ressort est tendu, il force le cliquet A à s'engager entre les dents de la roue à rochet R^r. Lorsque, au contraire, le ressort *r* n'est pas tendu, le cliquet A reste sans action sur la roue à rochet R^r.

Le levier B est articulé en *o* avec un contre-poids C. Sous l'action de ce contre-poids, la partie *a* du levier B se relève et bande le ressort *r*; l'embrayage du cliquet A avec la roue R^r se produit; la roue R^r, entraînée par le mouvement de la pédale,

Digitized by Google

tourne; le poids remonte. Arrivée à une certaine hauteur, la poulie P, qui soutient le poids, rencontre le contre-poids C et le soulève; le levier B, retombant alors par son propre poids, n'exerce plus aucune action sur le ressort *r*, le cliquet A abandonne les dents de la roue R', et le remontoir cesse de fonctionner sans que le mouvement alternatif de la pédale soit interrompu.

Chaque appareil règle ainsi lui-même son remontage, la position du poids, par rapport au contre-poids C, faisant fonctionner le remontoir ou l'arrêtant.

Remontoir à air comprimé (fig. 165). — Au bureau de la Bourse de Paris, on fait usage d'un remontoir très simple, à air comprimé; c'est le système Popp.

Les rouages du remontoir sont les mêmes que ceux des appareils ordinaires, mais la pédale est remplacée par un piston sur lequel agit une forte colonne d'air comprimé.

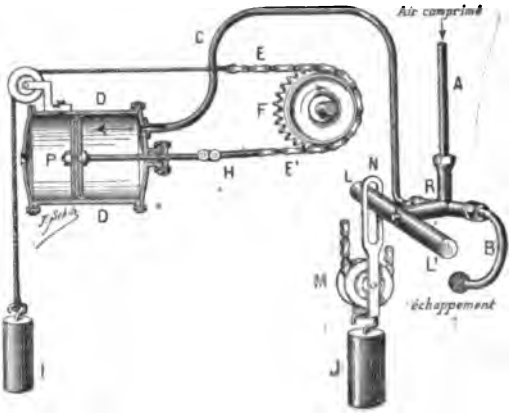


Fig. 165. — Remontoir Popp.

Le brin de chaîne EE' qui passe sur la roue F et qui, dans les remontoirs ordinaires, est attaché à la tringle de la pédale et au ressort à boudin, est, dans le système Popp, relié en E à un contre-poids I, et en E' à une bielle H, articulée avec la tige du piston P. Le piston P peut se mouvoir dans toute la longueur du corps de pompe DD. Le tuyau C sert à la fois à introduire l'air comprimé dans le corps de pompe DD et à l'en chasser. Voici comment : le tube d'admission A, en communication avec la canalisation d'air comprimé, est commandé par le robinet automatique R. Suivant sa position, le robinet R met le tube A en relation avec le tube C, ou bien avec le tube B qui communique avec l'air libre. C'est le cylindre LL' qui manœuvre le robinet R. La chape de la poulie M, qui soutient le contre-poids J, se termine par une tige verticale N, percée d'une ouverture oblongue dans laquelle s'engage la branche L du cylindre LL'. Ce cylindre est creux et contient une certaine quantité de mercure.

Digitized by Google

Lorsque le poids descend, le contre-poids J remonte ; il arrive un moment où la partie inférieure de l'ouverture N rencontre la branche L du cylindre et la fait basculer. Le mercure s'écoule dans la partie L' et maintient celle-ci abaissée ; le robinet R est ouvert, et l'air comprimé, passant de A en C, exerce sur le piston P une forte pression qui le chasse jusqu'au fond du corps de pompe DD. Pendant ce mouvement, la roue F, entraînée par la chaîne EE' tourne, et le poids remonte. Mais, lorsque le poids remonte, le contre-poids J descend ; la branche L du cylindre LL' est abaissée par la pression de la partie supérieure de l'entaille N, et, dès que cette branche a dépassé la position horizontale, la masse de mercure coulant de L' en L accentue le mouvement de bascule ; le robinet R est fermé. Dans cette position du robinet R, le tube C communique avec le tube B, c'est-à-dire avec l'air libre. Le contre-poids I ramène alors à sa position initiale le piston P, et celui-ci chasse derrière lui la colonne d'air qui avait provoqué son mouvement en avant. Le jeu de va-et-vient du piston P se reproduit chaque fois que le poids s'est élevé ou s'est abaissé d'une quantité calculée à l'avance et déterminée par les dimensions de l'ouverture de la tige N.

Remontoir actionné par un moteur électrique (fig. 166 et 167). — On emploie des moteurs électriques de différents modèles pour remonter le poids des appareils Hughes aux stations centrales de Paris, Lyon, Marseille et Bordeaux. La figure 166 représente le modèle que M. Doignon construit pour cet usage.

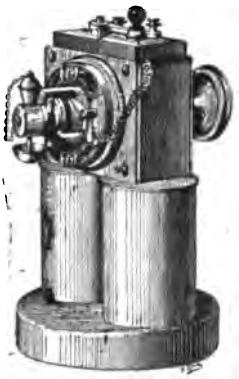


Fig. 166. — Moteur Doignon.

L'installation du poste central de Paris, réalisée par M. Godfroy, sous la direction de M. Morris, peut être prise comme type. Elle ne modifie pas le mécanisme de l'appareil et permet de faire usage de la pédale lorsque, à défaut de force motrice ou par suite d'un dérangement, le remontoir automatique ne fonctionne pas. Un moteur électrique posé sur la table de l'appareil Hughes, quelques pièces additionnelles vissées sur la charpente de l'instrument constituent tout l'aménagement.

L'axe de l'induit du moteur électrique M (fig. 167) porte une poulie p' qui, au moyen d'une corde sans fin, transmet le mouvement à la poulie P. La poulie P fait partie d'une pièce vissée sur le bâti de l'appareil. L'axe A de la poulie P porte une vis sans fin V

Digitized by Google

qui fait tourner la roue R à raison d'un tour et demi environ par minute, alors que, pendant le même laps de temps, l'axe du moteur exécute 1500 révolutions. La roue R est montée librement sur l'axe du pignon P' qui peut tourner sans entraîner la roue, ou bien, au contraire, qui devient solidaire du mouvement de celle-ci, par l'intermédiaire d'un embrayage. A cet effet, l'axe du pignon P' porte une came à ressaut C, tandis que la roue R est munie d'un cliquet CL qu'un ressort maintient appliqué sur la surface de la came C.

Après s'être engagé sur la roue R' du remontoir, le brin de chaîne qui descend dans la direction du contrepoids passe sur les dents du pignon P' et y est maintenu par le guide B, commandé lui-même par le ressort à boudin *r*. Il est évident qu'en tournant, le pignon P' fera descendre la chaîne et remonter le poids.

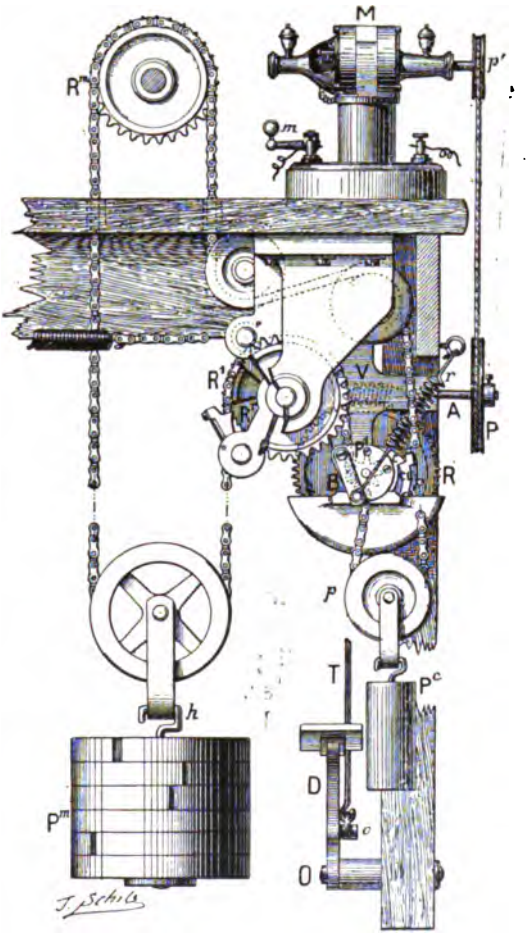


Fig. 167. — Remontoir électrique.

Remontoir Aubry. — Le remontoir Aubry, utilisé au poste central de Paris, est une simplification du précédent; il consiste en une pièce additionnelle, montée et ajustée sur le bâti qui supporte les rouages des remontoirs ordinaires à pédale. Cette pièce se compose d'une poulie, dans la gorge de laquelle passe la courroie de transmission du moteur électrique.

Digitized by Google

L'axe de la poulie porte une vis sans fin qui engrène une roue dentée, à laquelle elle communique un mouvement relativement lent.

La roue dentée est folle sur un axe qui supporte un pignon à huit dents. Sur l'axe de ce pignon est calée une came ayant une forte échancrure en forme de dent; sur la joue de la roue dentée, en regard de la came, est monté un cliquet d'entraînement.

Le pignon reçoit une chaîne sans fin, du même modèle que les chaînes ordinaires du Hughes; cette chaîne engrène d'autre part la roue du remontoir qui supporte habituellement le brin de chaîne adapté à la pédale. Ce mode de liaison soumet le remontoir à l'action du moteur électrique lorsque celui-ci tourne dans un sens convenable. Dans ce cas, en effet, le cliquet s'engage dans le cran de la came, et la roue dentée, en tournant, entraîne le pignon sur lequel est montée la chaîne sans fin, cette dernière agissant elle-même sur le remontoir. Dans le cas contraire, le cliquet saute par-dessus la dent de la came, et la roue dentée tourne seule, sous l'action du moteur, sans que le pignon participe à son mouvement.

La tringle de la pédale peut être attachée à un bras de levier indépendant qui supporte le cliquet à ressaut du remontoir, et qui permet de remonter le poids avec le pied si le remontoir électrique vient à faire défaut.

Le bâti du remontoir, ainsi que la pièce additionnelle, sont venus de fonte; il peut en résulter un défaut d'ajustage qu'il convient de rectifier, A cet effet, des bourrelets de métal ont été ménagés dans le voisinage des trois vis qui fixent la pièce additionnelle sur le bâti. Au moment du montage, on lime plus ou moins ces bourrelets, de façon à rectifier, s'il y a lieu, la position de la pièce additionnelle, et à placer son pignon bien en face de la roue dentée du remontoir; la chaîne sans fin peut être ainsi posée bien régulièrement sur les deux organes qu'elle doit unir.

Interrupteurs. — *Interrupteur du poste central de Paris.* — Il a fallu limiter le mouvement d'ascension et de descente du poids; tel est l'objet de l'interrupteur IL, branché sur le circuit électrique (fig. 168). C'est un levier métallique L qui, en s'appuyant sur la pièce de contact I ou en l'abandonnant ferme ou ouvre le circuit du moteur. Dans le but d'éviter les étincelles de l'extra-courant de rupture, on a intercalé entre I et L une bobine de résistance *b*.

Tous les moteurs du poste central de Paris sont montés en

Digitized by Google

dérivation sur la machine génératrice. L'un des pôles de cette machine est relié au levier L ; la pièce I communique avec l'une des bornes du moteur, l'autre borne est réunie au second pôle de la génératrice. Sur le moteur même se trouve un petit interrupteur *m*, dont la manœuvre met en marche ou arrête le système.

Dès que le levier L est en contact avec la pièce I, le courant de la machine génératrice traverse le moteur et le met en marche. La roue R et le pignon P' du remontoir (fig. 167) tournent, le poids remonte ; mais il arrive bientôt à un point de sa course où il rencontre le levier L qu'il soulève. Ce levier abandonne alors le contact I, le courant cesse de traverser le moteur, le remontoir s'arrête. Le poids redescend lentement, comme dans les appareils ordinaires ; en descendant, il abandonne, à un moment donné, le levier L qui, par son propre poids, retombe et rétablit le contact avec la pièce I ; le moteur se remet en marche, et ainsi de suite.

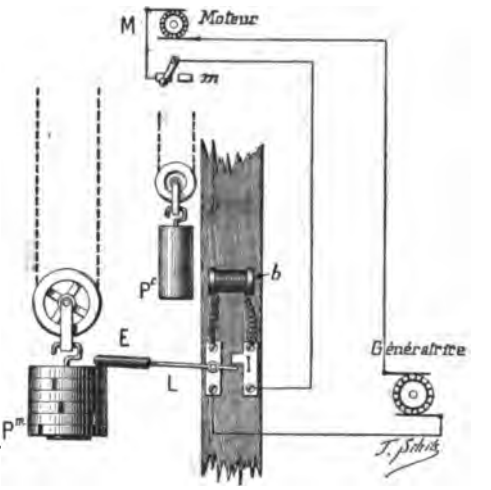


Fig. 168. — Interrupteur utilisé au poste central de Paris.

Le moteur étant arrêté, si l'on fait usage de la pédale, la roue R' du remontoir est entraînée ; le contre-poids tirant sur la chaîne, en s'abaissant, fait tourner le pignon P' et son axe ; la came C glisse sur le cliquet CL qui, à chaque tour, ressaute par-dessus le cran de cette came, mais la roue R ne participe plus au mouvement général.

Les remontoirs électriques employés au poste central de Paris fonctionnent sous une différence de potentiel d'environ 40 volts.

Dans cet interrupteur, on a cherché à maintenir le poids à peu près à la même hauteur, le remontoir n'ayant pour objet que de compenser sensiblement le mouvement de chute. Il y a là un inconvénient, parce que le mouvement d'oscillation presque continu de l'interrupteur donne lieu à de nombreuses étincelles qui altèrent rapidement les pièces de contact.

MM. Damiens, Devaux et Nicolas ont cherché, au contraire, chacun de leur côté, à laisser le poids exécuter librement son

Digitized by Google

mouvement de descente et à ne faire agir le remontoir que par intermittence, pour remonter le poids d'une quantité très appréciable, comme on le fait avec la pédale. Le remontoir fonctionne moins souvent et les étincelles sont moins fréquentes.

Interrupteur Damiens. — L'interrupteur de M. Damiens (fig. 169) est celui qui semble avoir donné les résultats les plus satisfaisants, en raison de la rupture brusque et nette du circuit; il est en même temps très simple. Les deux pôles du moteur aboutissent aux bornes + et —, qui, elles-mêmes, sont reliées en *b* et *c* à l'aimant en fer à cheval A et à son armature B. Lorsque l'armature est en contact avec l'aimant, le circuit du moteur est fermé et le remontoir fonctionne; lorsque l'armature B est séparée de l'aimant A, le circuit est ouvert et le remontoir cesse de fonctionner. L'armature B, fixée par deux vis à la chape *m*, pivote autour de l'axe *c*. La chape *m* porte deux ressorts *r*, *s*. La tension du ressort *s* est réglée par le coulisseau *e* que l'on peut manœuvrer en déplaçant la vis *g*. Le ressort *r* se trouve sur le trajet des crochets *f*, faisant partie du levier L, mobile autour de l'axe *a*. La butée *d* limite la course de ce levier et l'empêche de s'abaisser au-delà d'une certaine limite. La partie E, en matière isolante, s'appuie sur le poids P de l'appareil Hughes. Si nous supposons que le poids P remonte sous l'action du moteur, le levier E est soulevé, et, lorsque le poids a atteint une hauteur déterminée, le levier E est dans une position telle que la fourche *f*, en pressant le ressort *r* de haut en bas, force l'armature B à se détacher de l'aimant A; le circuit du moteur est alors ouvert, le remontoir s'arrête et le poids P redescend. Le levier E le suit dans son mouvement de chute, et, avant que sa tige ait atteint la butée *d*, le crochet *f* a soulevé le ressort *r* et ramène l'armature B au contact de l'aimant A; le circuit du moteur se trouve de nouveau

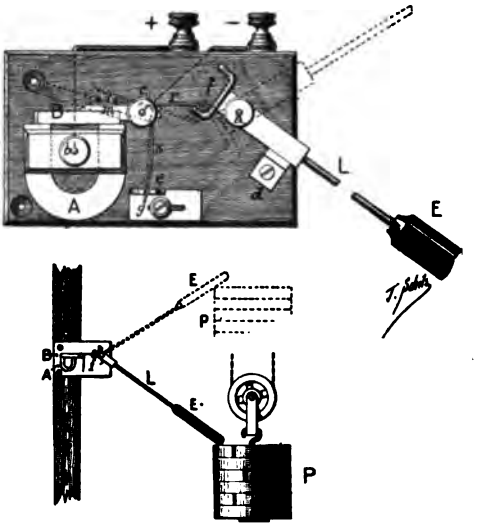


Fig. 169. — Interrupteur Damiens.

Digitized by Google

fermé et le mouvement d'ascension du poids P. recommence.

Interrupteur Devaux. — Le levier DE de l'interrupteur Devaux (fig. 170), est à peu près semblable à celui de l'interrupteur Damiens; il se meut autour de l'axe D, et ses branches *d*, *d'* agissent sur le doigt *e* d'une came G, pivotant autour de la vis *g* et commandée par le ressort à boudin *r*. De son côté, la pièce A est mobile autour de la vis B; un ressort-lame R, pincé dans l'équerre C et dans la pièce A, donne de l'élasticité aux mouvements de cette dernière. En I, la pièce A est garnie d'un isolant en ivoire; en H, elle porte un long ressort qui prend contact avec la came G ou bien en reste séparé, suivant la position de cette came. Les deux branches du circuit aboutissent aux vis B et *g;* le circuit reste donc fermé tant que G et H sont en contact. Pendant que le poids remonte, la branche *d* abaisse le doigt *e*, et il arrive un moment où la came G saute par-dessus la pointe de la pièce A, abandonne le ressort H et repose sur l'isolant I; le circuit est interrompu et le remontoir cesse de fonctionner.

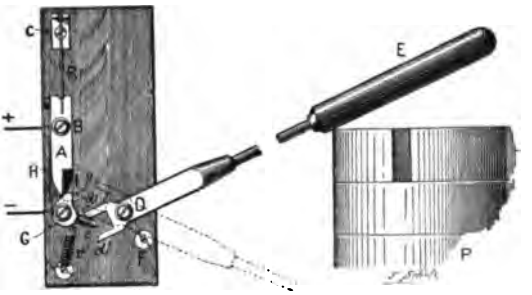


Fig. 170. — Interrupteur Devaux.

Interrupteur Nicolas. — Les deux branches du circuit arrivent en V et D (fig. 171), vis qui servent d'axe aux deux leviers VA et DE. L'extrémité E, en matière isolante, du levier DE repose sur le poids de l'appareil Hughes; le mouvement de descente de ce levier est limité par la butée fixe F. En I, est une pièce en ivoire qui, pendant une partie de la course de DE, frotte contre le levier métallique VA et maintient les deux leviers isolés l'un de l'autre. Le ressort *r*, au contraire, sert à établir le contact entre le levier DE et le

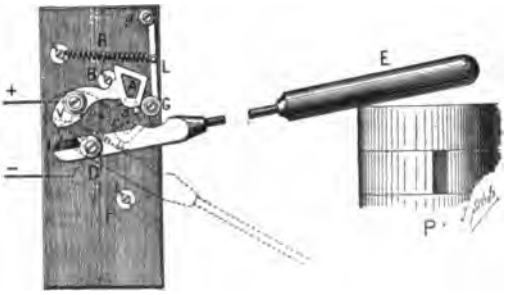


Fig. 171. — Interrupteur Nicolas.

Digitized by Google

doigt *a* du levier VA, c'est-à-dire à fermer le circuit du moteur.

Le levier L, mobile autour de la vis *g*, porte un galet G qui s'appuie constamment sur le levier VA sous l'effort du ressort à boudin R; la goupille B sert de butée supérieure au levier VA.

Le levier DE suit le mouvement de descente du poids P; la pièce isolante I, en s'appuyant sur le levier VA, fait basculer lentement celui-ci, jusqu'à ce que l'arête en acier A, glissant sur le galet G et soulevant le levier L, s'échappe brusquement et tombe sur le ressort *r*. La chute du levier A a lieu précisément au moment où le poids est assez bas pour qu'il soit nécessaire de mettre en marche le remontoir. Dès que *a* et *r* se touchent, le circuit est fermé, le moteur tourne et le poids remonte. Pendant que le poids P remonte, le levier DE soulève le levier VA qui lui-même écarte, de gauche à droite, le levier L, mais il arrive un moment où l'arête A saute par-dessus le galet G; c'est à ce moment que le contact est brusquement rompu entre *r* et *a* et que le remontoir s'arrête.

Installation des postes Hughes. — L'installation des postes avec l'appareil Hughes est très simple; elle comporte une sonnerie, un galvanomètre et un paratonnerre à bobine système Delatre.

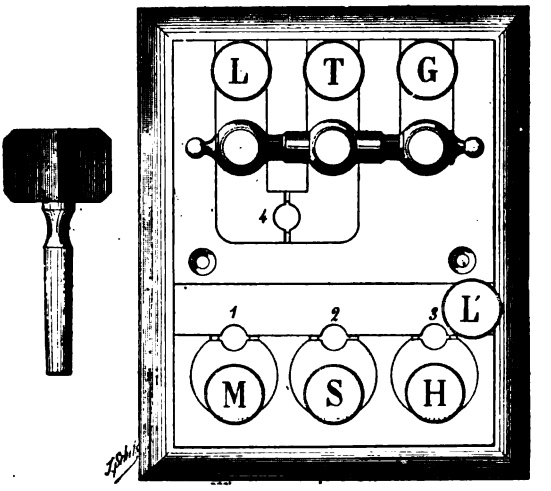


Fig. 172. — Paratonnerre Delatre.

Le fil de ligne arrive à la borne L du paratonnerre Delatre (fig. 172), dont la borne T est à la terre; entre les bornes G et L' est intercalé le galvanomètre; la borne H est en relation avec la borne L de l'appareil Hughes, la borne S avec la sonnerie à la terre d'autre part, la borne M avec un poste Morse que l'on peut ainsi substituer à l'appareil Hughes en cas de besoin.

Le fil de pile et le fil de terre arrivent directement aux bornes P et T de l'appareil Hughes. A l'appareil Hughes est juxtaposée

Digitized by Google

une table servant au collage des dépêches, et c'est sur cette table que sont placés les appareils accessoires.

Suivant la position de la cheville du paratonnerre Delatre dans les trous 1, 2, 3 ou 4, la ligne est en relation avec l'appareil Morse, avec la sonnerie, avec l'appareil Hughes ou bien est à la terre.

Lorsque plusieurs appareils Hughes voisins fonctionnent simultanément, les trépidations auxquelles ils sont soumis deviennent gênantes pour le personnel. MM. Carême et O. André ont imaginé un système de tables qui atténue très notablement cet inconvénient. Ces tables forment des espèces de créneaux soutenus par un bâti très solide monté sur pieds en fonte. Des contacts élastiques en liège et en caoutchouc isolent chaque table du sol et du groupe voisin.

Les appareils Hughes s'encastrent dans les crêneaux et sont alternés, les appareils d'une rangée se trouvant adossés aux tables de collage de la rangée opposée. Entre les deux rangées d'appareils sont disposés les paratonnerres, les galvanomètres et les sonneries; en dessous, cachés par des panneaux mobiles, à charnières, sont installés les fils de communication, qui se trouvent ainsi protégés, et que l'on peut cependant atteindre aisément pour les vérifier ou les réparer.

Installation en duplex. — Les installations Hughes en duplex qui fonctionnent en France sont montées d'après le système de Stearns, c'est-à-dire d'après la méthode du pont de Wheatstone (fig. 173).

Théoriquement, l'appareil transmetteur est placé à la tête d'un pont de Wheatstone dont les branches de proportions varient non seulement suivant la grandeur de la ligne à exploiter, mais aussi suivant son état électrique; les deux dernières branches sont constituées, l'une par la ligne elle-même, l'autre par une ligne artificielle, aménagée au moyen d'un rhéostat et d'un condensateur. Sur l'une des diagonales est placé l'appareil récepteur et un galvanomètre qui permet de régler les rhéostats et que l'on retire ensuite du circuit. L'autre diagonale est occupée par la pile. C'est la disposition de la figure 173; dans laquelle P représente la pile, F l'appareil transmetteur, O la tête du pont avec les deux branches de proportion A, B. La ligne C aboutit en *a*, la ligne artificielle, constituée par le rhéostat R^1 et le condensateur S, est réunie au point *b*. Le galvanomètre G et l'appareil récepteur R sont intercalés entre *a* et *b*, le commutateur *e* permettant d'utiliser l'un ou l'autre.

Digitized by Google

L'installation pratique des communications Paris-Londres par le Hughes duplex est représentée par la figure 174. Elle comprend :

1° Un pont de Wheatstone dont les branches de proportion sont toutes les deux égales à 1000 ohms;

2° Un appareil Hughes A placé en tête du pont (c'est celui qui transmet);

3° Un appareil Hughes B placé sur la diagonale (c'est celui qui reçoit);

4° Une caisse de résistance C dont les résistances débouchées font équilibre à la résistance de la ligne;

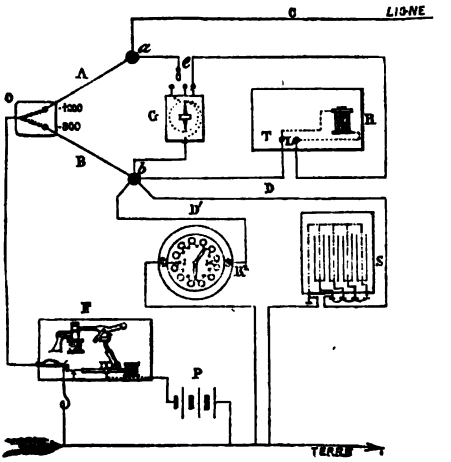


Fig. 173. — Installation théorique du Hughes en duplex.

5° Des condensateurs K séparés par des résistances graduées (ces condensateurs et la caisse de résistance C constituent la ligne artificielle);

6° Un galvanomètre E placé sur la diagonale et pouvant être mis en circuit à l'aide d'un commutateur *m* pour permettre de régler la ligne artificielle;

7° Deux commutateurs Delatre F, F_1 permettant de mettre la ligne sur sonnerie, de passer de la transmission simple à la transmission double et du Hughes au Morse;

8° Deux manipulateurs G, G_1, et deux récepteurs Morse R, R_1;

9° Deux sonneries I, I_1;

10° Deux galvanomètres de ligne g, g_1 indiquant le sens et la valeur du courant pendant la transmission et la réception;

11° Quatre commutateurs bavarois J, J_1, J_2, J_3 dont deux voisins de l'appareil transmetteur et deux voisins de l'appareil récepteur; ils permettent de passer de la transmission simple à la transmission double en plaçant la cheville dans le trou S ou dans le trou D;

12° Une bobine de résistance N, égale à la résistance intérieure

Digitized by Google

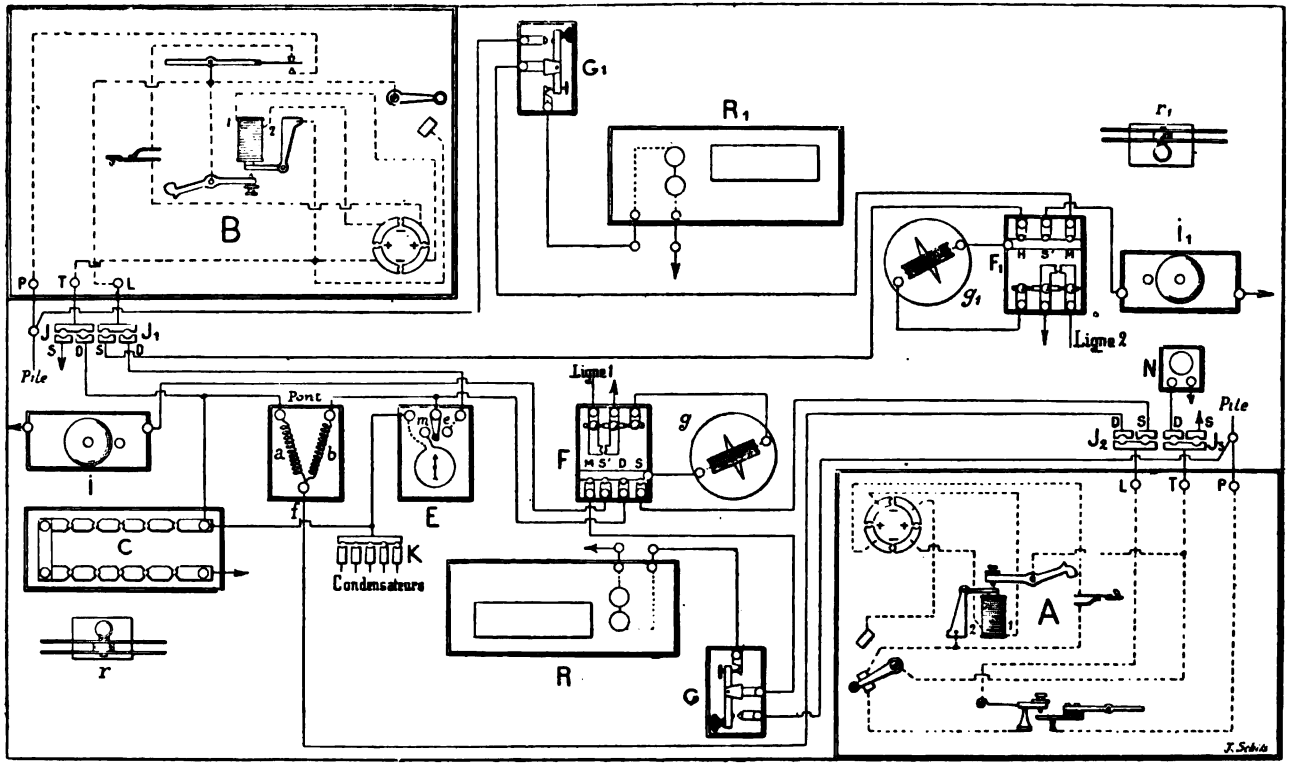


Fig. 174. — Installation pratique du Hughes en duplex.

Digitized by Google

de la pile et voisine de l'appareil transmetteur. Lorsque, comme au poste central de Paris, on fait usage d'accumulateurs, cette bobine de résistance n'a plus sa raison d'être et est supprimée.

Sur les fils de Londres, la ligne artificielle qui équilibre la ligne réelle et les résistances du poste correspondant a évidemment une valeur variable suivant l'état des conducteurs et suivant aussi l'état de l'atmosphère; dans les conditions normales, sa valeur varie de 3200 à 4000 ohms. La capacité est d'environ 10 microfarads, répartis entre les condensateurs.

Le commutateur F permet de mettre la ligne 1 au Morse par la borne M, sur sonnerie par la borne S', sur transmission double par la borne D, sur transmission simple par la borne S.

Le commutateur F_1 permet de mettre la ligne 2 au Hughes par la borne H, sur sonnerie par la borne S', au Morse par la borne M.

Pour la transmission simple, les chevilles des commutateurs J, J_1, J_2, J_3 sont placées dans les trous S; il en est de même de la cheville du commutateur F; quant au commutateur F_1, sa cheville est dans le trou H; les appareils Hughes A et B sont complètement indépendants; les lignes 1 et 2 sont affectées à la correspondance.

Pour la transmission double, la ligne 1 est seule utilisée. Les chevilles du commutateur F et celles des commutateurs J, J_1, J_2, J_3 sont dans le trou D; par ce fait le commutateur F_1 est isolé; la manette *m* du galvanomètre E est sur le plot *e*.

Les courants venant de la ligne 1 passent par *g*, D de F, *m*, *e*, D de J_1, L de B, T de B à travers l'appareil récepteur, D de J, C, terre.

Les courants allant sur la ligne partent de la pile P de A sortent de l'appareil par la borne L et arrivent à la tête du pont par D de J_2. En *f* ils se bifurquent; une partie traverse la branche *a*, la ligne artificielle C K et se rend à la terre; l'autre partie traverse la branche *b*, puis par la borne D de F et le galvanomètre *g* se rend sur la ligne 1.

Digitized by Google

CHAPITRE IX

APPAREIL BAUDOT

SYSTÈME BAUDOT, principe. — MANIPULATEUR, modèle 1889, modèle 1896. — SOCLE-MOTEUR A POIDS POUR DISTRIBUTEUR — SOCLE-MOTEUR ÉLECTRIQUE POUR DISTRIBUTEUR. — RÉGULATEUR. — DISTRIBUTEURS, plateaux, secteurs, orientation des contacts, cage. — CORRECTION, son principe. — ORGANES DE CORRECTION. — RELAIS BAUDOT. — SOCLE-MOTEUR POUR TRADUCTEUR, modérateur de vitesse, électro-frein. — TRADUCTEUR, électro-aiguilleur, combinateur, chercheurs. — IMPRESSION, impression des lettres ou des chiffres. — INSTALLATION DES POSTES. — INSTALLATION DOUBLE. — INSTALLATION QUADRUPLE, commutateur multiple, transmission, correction. — INSTALLATION DES POSTES ÉCHELONNÉS, poste principal, poste intermédiaire, poste extrême. — INSTALLATIONS DIVERSES. — MANIPULATION. — SOURCES D'ÉLECTRICITÉ UTILISÉES SUR LES APPAREILS BAUDOT. — RENDEMENT. — RÈGLES DE SERVICE.

Système Baudot. *Principe.* — Le principe des appareils à transmissions multiples consiste à écouler par un même fil de ligne le travail simultané de plusieurs opérateurs, chacun d'eux occupant périodiquement et successivement la ligne pendant un temps déterminé. Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire :

1° De faire usage d'autant de manipulateurs et d'autant de récepteurs (1) qu'on utilise d'opérateurs ou mieux que l'on veut opérer de transmissions simultanées distinctes;

2° De disposer, aux deux stations correspondantes, d'organes tournant à la même vitesse et mettant, à des moments déterminés, et pendant des temps égaux, chaque manipulateur en communication avec le récepteur correspondant; ces organes se nomment *distributeurs*.

L'appareil Baudot imprime les télégrammes en caractères typographiques.

Dans une remarquable étude, publiée dans le *Bulletin de la Société internationale des Électriciens* (t. XI, p. 55 et 530, 1894), M. Baudot a passé en revue les différents codes de signaux utilisés en télégraphie et a fait ressortir les considérations qui l'ont conduit à adopter le mode de production des signaux qui lui est propre; nous renvoyons le lecteur à ce travail qui, même

(1) Ces récepteurs, dans l'appareil Baudot, sont des relais, de forme particulière, actionnant des organes locaux appelés *traducteurs*.

Digitized by Google

résumé, ne saurait trouver place ici. De cette étude, nous ne retiendrons que ce point qui caractérise les appareils Baudot :

Le fil de ligne « sert à la transmission simultanée de plusieurs correspondances distinctes dont les signaux, après avoir été préparés par des opérateurs différents sur des groupes distincts de leviers transmetteurs, sont transmis au départ et distribués à l'arrivée par l'intermédiaire des mêmes distributeurs, puis emmagasinés et enfin traduits par autant d'appareils distincts appropriés ».

Les organes de traduction et les organes d'impression qu'ils commandent étant indépendants des organes de réception et leurs opérations étant purement locales, la ligne est complètement libre pendant que ces opérations s'effectuent et peut être utilisée pour recevoir d'autres signaux.

Pour transmettre les lettres de l'alphabet, les chiffres et les signes de ponctuation, M. Baudot utilise 31 combinaisons. Chaque combinaison comporte 5 émissions successives de courant, positives et négatives, se succédant à intervalles égaux et alternées dans un ordre différent pour chaque signal. La transmission d'une lettre ou d'un chiffre dépend d'ailleurs d'un dispositif analogue à celui qui, dans l'appareil Hughes, oriente la roue des types par l'abaissement de la touche *blanc des lettres* ou de la touche *blanc des chiffres*.

En comparant les figures 175 et 176, nous pourrons suivre au départ et à l'arrivée la distribution des courants dans les appareils Baudot.

Sur la figure 175 (poste de départ), l'un des manipulateurs est représenté par les cinq touches à levier L^1, L^2, L^3, L^4, L^5, dont les butées antérieures sont reliées au pôle positif d'une pile P. Le distributeur comprend deux couronnes métalliques, l'une pleine, à laquelle est relié le fil de ligne, l'autre divisée en secteurs isolés les uns des autres; à cinq de ces secteurs correspondent les cinq touches du manipulateur. Aux cinq secteurs suivants correspondraient les cinq touches d'un second manipulateur, et ainsi de suite. Un bras de levier, articulé au centre du distributeur, est mis en mouvement par un mécanisme d'horlogerie et tourne dans le sens de la flèche; il porte les balais FF' qui communiquent ensemble et qui, au fur et à mesure qu'ils avancent sur les deux couronnes, mettent en relation les secteurs isolés de la couronne extérieure avec l'anneau plein qui constitue la couronne intérieure. On voit aisément qu'à chaque révolution du bras de levier chacune des cinq touches du manipulateur sera mise en relation avec le fil de ligne. Il pourra donc

Digitized by Google

en résulter cinq émissions de courant successives et d'égale longueur, mais dont le sens dépendra de la position des cinq touches si les butées postérieures de ces touches sont reliées au pôle négatif d'une pile analogue à la pile P.

Ces cinq émissions successives de courant se produisent en réalité pour chaque signal transmis par l'appareil; cela résulte de l'emploi du *courant de repos* qui constitue l'une des caractéristiques du système Baudot. Cet emploi du courant de repos a pour objet d'augmenter la sensibilité des électro-aimants récepteurs, sans augmenter en même temps leur coefficient de self-induction, afin que le courant émis pour former un signal ne trouve aucune force antagoniste à vaincre pour abaisser l'armature et que cette dernière soit vivement relevée et solidement maintenue dans sa position de repos, dès que le courant a cessé de circuler et pendant tout le temps de cette cessation.

« Ce résultat peut être obtenu assez facilement, dit M. Baudot, en supprimant tout à fait le ressort de l'armature et en mettant la commande du soulèvement de celle-ci dans les mains du transmetteur. Au repos du levier transmetteur, un courant est constamment envoyé sur la ligne, et ce courant est de sens inverse à celui qui sert à transmettre les signaux. De cette disposition il résulte que le fil de ligne est constamment parcouru par des courants, *positifs* quand le levier est dans sa position abaissée ou de *travail*, et *négatifs*, quand ce même levier est dans sa position soulevée ou de *repos*. »

Le distributeur de la figure 176 (poste d'arrivée) est identique à celui de la figure 175 (poste de départ). Les bras de levier de ces deux distributeurs (porte-balais) tournent en synchronisme.

Les liaisons du distributeur d'arrivée sont analogues à celles du distributeur de départ : la couronne pleine intérieure est reliée au fil de ligne; dans la couronne sectionnée, les 5 secteurs réunis, dans le distributeur de départ, aux 5 touches-leviers du manipulateur, sont ici respectivement unis à 5 électro-aimants récepteurs. De la sorte, il est évident que les courants émis par les touches 1, 2, 3, 4, 5, arrivent successivement aux 5 électro-aimants récepteurs (relais), pour constituer un *seul* signal, lettre ou chiffre. Les courants émis par un second manipulateur à 5 touches, relié aux 5 secteurs suivants du distributeur de départ, arriveront également aux 5 électro-aimants d'un second récepteur, relié aux 5 secteurs suivants du distributeur d'arrivée (1). Le signal esquissé par les 5 électro-aimants d'un

(1) Dans la pratique, on est parvenu à simplifier cette disposition et à réduire le nombre des relais récepteurs.

Digitized by Google

récepteur (relais) est emmagasiné par un organe local nommé *traducteur* et la ligne devient libre pour recevoir un nouveau

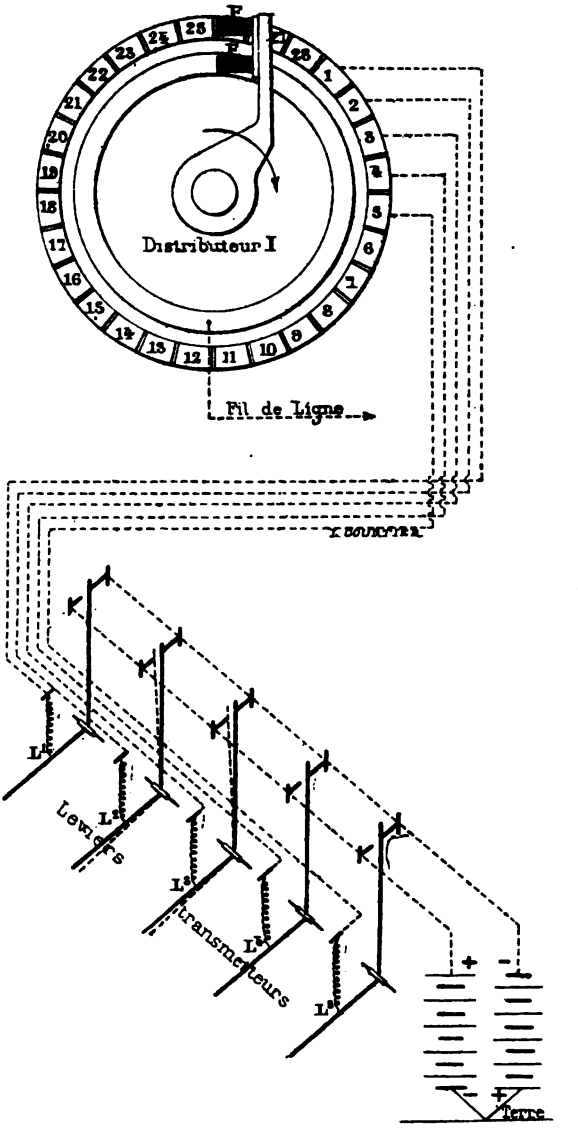


Fig. 175. — Principe de l'appareil Baudot (poste de départ).

signal pendant que le traducteur, agissant sur les organes d'impression, détermine l'inscription sur une bande de papier

Digitized by Google

de la lettre ou du chiffre correspondant au signal considéré.

Le traducteur est formé par 5 électro-aimants (aiguilleurs) dont les armatures agissent sur 5 leviers nommés *chercheurs* qui frottent sur la tranche d'un disque sinueux (combinateur) dont

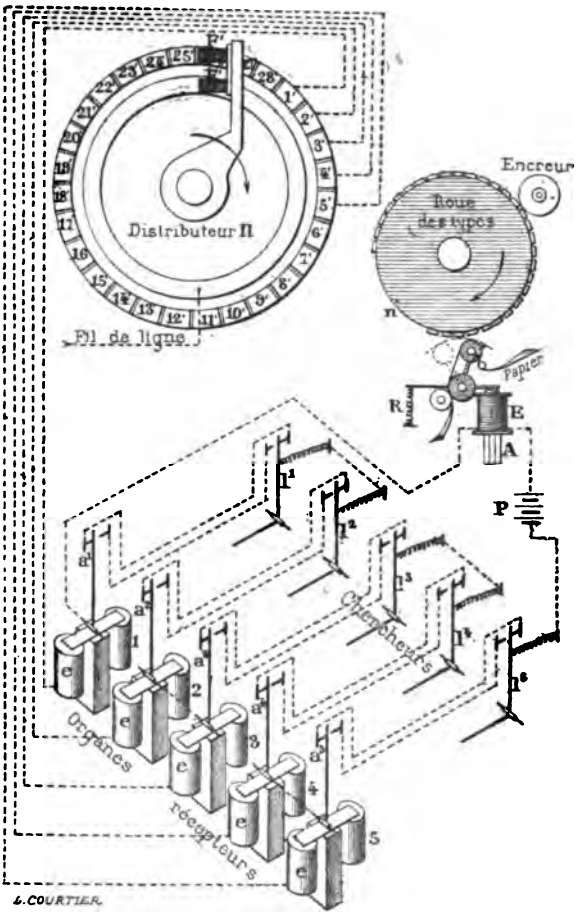


Fig. 176. — Principe de l'appareil Baudot (poste d'arrivée).

les creux et les renflements sont disposés de telle sorte que, pendant une révolution du disque, l'ensemble des 5 chercheurs se trouve successivement au-dessus de 31 combinaisons distinctes de creux et de renflements correspondant aux 31 signaux du code adopté. Au moment précis où cette combinaison passe au-dessous des 5 chercheurs, ceux-ci occupent, par rapport aux

Digitized by Google

butées qui limitent leurs mouvements, une position identique à celle occupée par les armatures des 5 électro-aimants récepteurs; à ce moment aussi, et par la position des 5 chercheurs, le circuit local de la pile P est fermé sur l'électro-aimant E.

L'électro-aimant imprimeur E est du genre des électro-aimants Hughes, son armature est normalement attirée; elle ne se soulève que sous l'action du courant de la pile P, courant qui a pour effet de diminuer le magnétisme de l'aimant permanent A. Le soulèvement de l'armature de E a pour effet d'amener, par un jeu de cames, une bande de papier en contact avec la tranche d'une roue des types. Au moment du contact, la lettre correspondant au signal ou plutôt à la combinaison qui a provoqué le déclenchement est au point le plus bas de la roue et s'imprime sur la bande de papier qui avance suffisamment pour permettre, sans juxtaposition, l'impression d'une autre lettre. L'intervention de l'électro-aimant E et de la pile locale P n'est, d'ailleurs, pas indispensable, et nous n'avons eu recours à ces deux organes que pour nous faire mieux comprendre. Actuellement, l'impression se produit mécaniquement par la chute simultanée des 5 chercheurs au moment où la combinaison transmise passe au-dessous d'eux; cette chute met en mouvement une bielle qui, en libérant la came d'impression, remplit le même rôle que l'armature de l'lectro-aimant E dont nous avons parlé.

Les organes que nous aurons à considérer dans les appareils Baudot sont :

Le manipulateur;
Le distributeur;
Le socle-moteur à poids ou le socle-moteur électrique;
Le relais (simple ou différentiel);
Le traducteur.

Manipulateur Baudot *(modèle 1889).* — Le manipulateur Baudot se compose d'un clavier à 5 touches, divisées en deux groupes, deux à gauche, trois à droite. Un tableau de manipulation que les employés doivent savoir par cœur, indique les différentes touches à abaisser pour produire l'une quelconque des 31 combinaisons que comporte le code de signaux adopté par M. Baudot; il indique également le sens des 5 émissions de courant qui provoquent l'impression des lettres de l'alphabet.

Les 5 touches A du manipulateur (fig. 177) sont simplement posées sur un axe O qui leur est commun; chacune de ces touches est garnie d'une chape *p* en laiton qui s'adapte exactement sur l'axe; un ressort à boudin R maintient la touche

Digitized by Google

TABLEAU DE MANIPULATION

DOIGTS	Main gauche		Série des lettres	Série des chiffres	Main droite			Combinaisons transmises (Sens des courants)				
	Médius	Index			Index	Médius	Annulaire					
TOUCHES	V	IV			I	II	III	1	2	3	4	5
			A	1	×			+	−	−	−	−
	×		B	8			×	−	−	+	+	−
	×		C	9	×		×	+	−	+	+	−
	×		D	0	×	×	×	+	+	+	+	−
			E	2		×		−	+	−	−	−
			É	&	×	×		+	+	−	−	−
	×		F	F		×	×	−	+	+	+	−
	×		G	7		×		−	+	−	+	−
	×		H	H	×	×		+	+	−	+	−
			I	O		×	×	−	+	+	−	−
	×		J	6	×			+	−	−	+	−
×	×		K	(	×			+	−	−	+	+
×	×		L	=	×	×		+	+	−	+	+
×	×		M	)		×		−	+	−	+	+
×	×		N	N°		×	×	−	+	+	+	+
			O	5	×	×	×	+	+	+	−	−
×	×		P	%	×	×	×	+	+	+	+	+
×	×		Q	/	×		×	+	−	+	+	+
×	×		R	—			×	−	−	+	+	+
×			S	;			×	−	−	+	−	+
×			T	!	×		×	+	−	+	−	+
			U	4	×		×	+	−	+	−	−
×			V	'	×	×	×	+	+	+	−	+
×			W	?		×	×	−	+	+	−	+
×			X	,		×		−	+	−	−	+
			Y	3			×	−	−	+	−	−
×			Z	:	×	×		+	+	−	−	+
×			T	.	×			+	−	−	−	+
×	×		*	*				−	−	−	+	+
	×		Blanc des chiffres.					−	−	−	+	−
×			Blanc des lettres.					−	−	−	−	+

Le signe × indique les touches qu'il faut abaisser.

Digitized by Google

relevée. Des rondelles de laiton interposées sur l'axe assurent l'écartement normal des touches.

Pour chaque touche, une équerre en laiton *c*, à laquelle est attaché le *ressort antagoniste* R, porte un *ressort-contact* en acier B, perpendiculaire à l'axe de la touche. Le ressort B, garni à sa partie supérieure d'un fort contact en argent, se déplace entre les butées b^1, b^2, également garnies de pièces en argent. Les 5 butées b^1 sont fixées sur une *équerre-butoir* en laiton C; les 5 butées b^2 sont fixées sur une autre *équerre-butoir* en laiton Z, les équerres C et Z étant isolées l'une de l'autre.

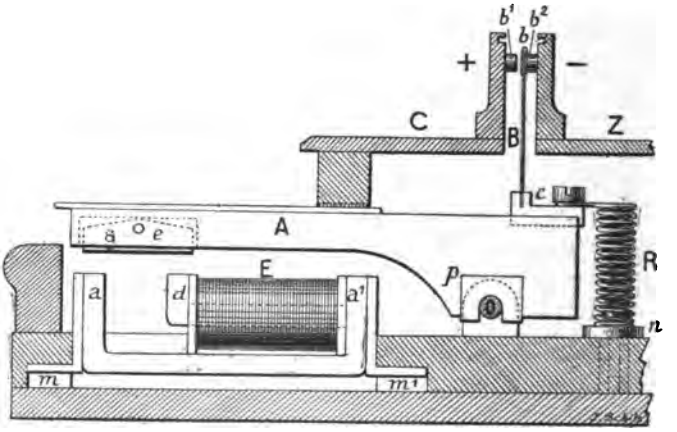


Fig. 177. — Manipulateur Baudot (coupe).

Une pièce de fer doux *e*, mobile autour d'un axe horizontal, est logée dans la partie antérieure des touches, évidées à cet effet. Cette pièce *e* est l'armature d'un électro-aimant polarisé E que l'on appelle *électro-aimant accrocheur*.

La bobine E est constituée par 1450 tours de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu 20/100 de millimètre); sa résistance électrique est de 30 ohms. Son noyau *d*, vissé sur la culasse *aa'*, est recourbé à angle droit à sa sortie de la bobine E; la culasse elle-même *aa'* est un barreau aimanté recourbé deux fois à angle droit. Les pôles permanents, formés en *a* et en *d*, sont situés sur un même plan, en regard de l'armature *e*. Les équerres *m*, *m'* assujettissent l'électro-aimant-accrocheur à la boîte du manipulateur.

Lorsque, sous la pression du doigt de l'opérateur, la touche A est abaissée, le ressort B abandonne la butée b^2 pour s'appuyer sur la butée b^1; l'armature *e* se rapproche des pôles *a*, *d* de

Digitized by Google

l'électro-aimant-accrocheur et, malgré l'effort du ressort R, y reste adhérente. La touche A reste donc abaissée et immobilisée jusqu'à ce qu'une force extérieure intervienne pour la dégager.

Cette force est produite, en temps opportun, par un courant de sens tel qu'il affaiblisse la polarité de l'électro-accrocheur. L'action du ressort R devient alors prépondérante, la touche A est dégagée, et le ressort B, abandonnant la butée b^1 vient reposer de nouveau sur la butée b^2.

Des 5 touches du manipulateur, trois seulement sont pourvues d'électro-aimants-accrocheurs; ce sont les deux premières touches de gauche et la dernière touche de droite, autrement dit les touches III, IV et V; les deux autres ne sont plus garnies de l'armature *e* et, lorsqu'elles sont abaissées, elles viennent simplement reposer sur un coussinet en bois; elles reprennent d'elles-mêmes leur position de repos, dès que l'action du doigt de l'opérateur cesse de se faire sentir.

Les doigts appuyés sur les touches, pour former un signal, doivent rester dans cette position pendant tout le temps que dure le passage des balais sur les contacts du distributeur correspondant à ces touches. Si l'employé manipulant relevait ses doigts trop tôt, il arriverait presque toujours que les touches V, IV et même III n'enverraient pas leur courant de travail sur la ligne. C'est pour cette raison que ces trois touches ont été pourvues d'électro-aimants-accrocheurs, qui les maintiennent abaissées pendant le temps voulu, indépendamment de la volonté de l'employé manipulant.

La pièce en fer *e* a d'ailleurs été montée à pivot, sous la face inférieure des touches, pour faciliter le rapprochement de ses deux extrémités avec les surfaces polaires *a*, *d* de l'électro-accrocheur, sans nécessiter un réglage qui deviendrait indispensable si la pièce *e* était fixe.

Dans l'espace qui sépare les deux groupes de touches, se trouvent un commutateur à manette M (fig. 178) qui permet de passer de la position de transmission à la position de réception, et une sorte de petit parleur, appelé *frappeur de cadence*. Il est, en effet nécessaire que l'opérateur qui abaisse les touches pour former les combinaisons, sache à quel moment la ligne est à sa disposition; le frappeur de cadence l'en avertit.

La manette M du commutateur est composée de deux pièces isolées l'une de l'autre : la lame postérieure fait corps avec la masse du commutateur et communique avec l'axe de celui-ci; la double lame latérale *m* est rapportée et isolée de la masse; elle

Digitized by Google

réunit soit à gauche, soit à droite, les deux plots latéraux y', z', y, z.

La bobine C du frappeur de cadence est constituée par 1850 tours de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu 23/100 de millimètre); sa résistance est de 30 ohms. Cette bobine est périodiquement traversée par un courant transmis par le distributeur. Sous l'action de ce courant, l'armature est attirée et frappe sur une petite caisse sonore.

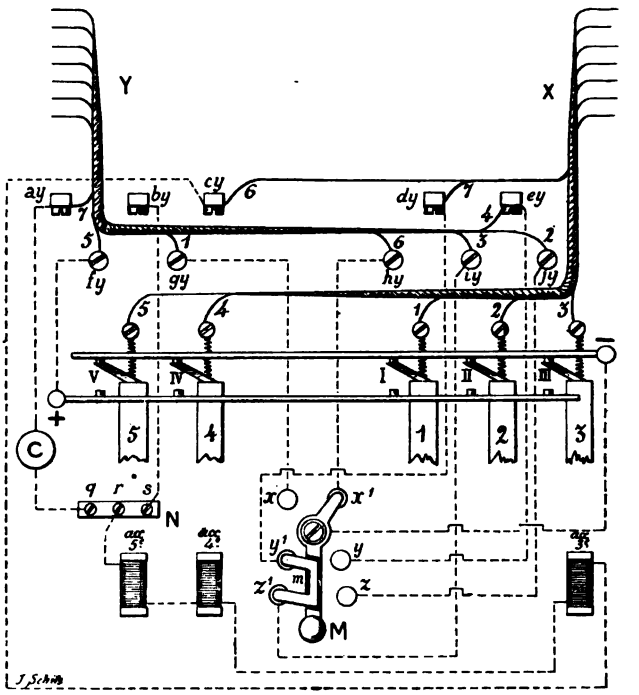


Fig. 178. — Manipulateur Baudot (communications).

Les communications électriques du manipulateur sont représentées par la figure 178. Elles sont assurées par 2 câbles à 7 conducteurs. La couleur des conducteurs, identique dans tous les câbles, diffère d'un conducteur à l'autre : le fil n° 1 est violet, le n° 2 bleu, le n° 3 vert, le n° 4 jaune, le n° 5 rouge, le n° 6 noisette, le n° 7 blanc.

La même couleur étant réservée à la même communication, on évite toute hésitation lorsqu'on fait une installation; ainsi, c'est toujours un conducteur violet qui est attaché à la touche I du

Digitized by Google

manipulateur, un bleu à la touche II, un vert à la touche III, un jaune à la touche IV, un rouge à la touche V.

Les deux câbles à 7 conducteurs X et Y établissent la liaison du manipulateur avec les organes extérieurs qui varient suivant le mode d'installation.

A l'intérieur du manipulateur, le câble X est attaché :

Fil 1 au ressort à boudin et par suite au levier de la touche I,
Fil 2 — — touche II,
Fil 3 — — touche III,
Fil 4 — — touche IV,
Fil 5 — — touche V,
Fil 6 au plot *cy*,
Fil 7 au plot *dy*.

Le câble Y est attaché :

Fil 1 au plot *gy*,
Fil 2 au plot *jy*,
Fil 3 au plot *iy*,
Fil 4 au plot *ey*,
Fil 5 au plot *fy*,
Fil 6 au plot *hy*,
Fil 7 au plot *ay*.

La borne (+) est placée sur l'équerre-butoir qui supporte les 5 plots de travail des 5 touches; cette borne communique avec le plot *fy*.

La borne (—) est placée sur l'équerre-butoir qui supporte les 5 plots de repos des 5 touches ; elle communique avec l'axe de la manette M du commutateur.

Le plot *ay* est relié à la bobine C du frappeur de cadence, réunie d'autre part au plot *q* de la plaque métallique N.

Le plot *by* est relié au plot *s* de la même plaque N.

Le plot *cy* est relié à l'entrée du fil de la bobine de l'accrocheur de la troisième touche ; la sortie du fil de cette bobine s'attache à l'entrée de la bobine de l'accrocheur de la quatrième touche, bobine réunie elle-même à celle de l'accrocheur de la cinquième touche, dont la sortie aboutit au plot *r* de la plaque N.

Le plot *dy* est relié au plot y' du commutateur,
Le plot *ey* — *y* —
Le plot *fy* à la borne (+),
Le plot *gy* au plot *x* du commutateur,
Le plot *hy* — x' —
Le plot *iy* — z' —
Le plot *jy* — *z* —

Dans la position de transmission, le commutateur s'appuie sur

Digitized by Google

les plots x^1, y^1, z^1; dans la position de réception, il doit être placé sur les plots x, y, z.

Un pupitre articulé, vissé sur la face postérieure du manipulateur sert à déposer les télégrammes à transmettre.

Manipulateur Baudot (modèle 1896). — Le manipulateur que nous venons de décrire est celui qui est actuellement en service; M. Baudot vient d'en imaginer un autre modèle, dont seront pourvues les nouvelles installations.

Dans ce nouveau type, l'électro-aimant-accrocheur de la troisième touche est supprimé. D'autre part, un récepteur téléphonique unipolaire a été substitué au frappeur de cadence et est intercalé dans le circuit, comme l'était ce dernier.

Le récepteur téléphonique est monté sur une potence qui permet de l'exhausser, de l'abaisser et de l'avancer ou de le reculer dans le sens horizontal; le pupitre est lui-même articulé sur cette potence. Le manipulateur se fixe sur la table au moyen d'un appendice tubulaire qui laisse passer les communications électriques et que l'on assujettit à l'aide d'un écrou.

Socle-moteur à poids pour distributeur Baudot. — Le système de mise en marche des distributeurs est analogue à celui du Hughes. Un poids remonté avec une pédale ou automatiquement par un moteur électrique fait mouvoir, par l'intermédiaire d'une chaîne sans fin, les rouages qui constituent le socle-moteur. Le dernier mobile de celui-ci engrène, au moyen d'une vis tangente, une roue dentée qui fait partie de la *cage du distributeur*.

La chaîne de Galle qui soutient le poids moteur P (fig. 179) s'engage entre les dents de deux roues B, E dont l'une B reste immobile, tandis que l'autre E tourne sous l'action du poids P et entraîne, par un jeu d'engrenages, le mécanisme du socle-moteur. Si nous suivons le trajet de la chaîne de Galle, en partant de la poulie p du poids P, nous la voyons s'engager entre les dents de la roue E, passer sous le guide G et sur la poulie F; de là elle descend verticalement, supporte le contre-poids C P, en passant dans la gorge de sa poulie cp, remonte verticalement jusqu'à la roue B, sur les dents de laquelle elle s'appuie et, finalement, revient à la poulie p. On conçoit aisément que le poids P, en s'abaissant, tire sur la chaîne dans le sens de la flèche f, fait tourner la roue E et remonter le contre-poids CP.

La pédale PD est articulée en O, point fixe qui fait partie de la table sur laquelle est posé le socle-moteur. Au crochet H est fixé un brin de chaîne de Galle qui passe entre les dents de la roue A et s'attache au ressort à boudin R, assujetti d'autre part à un point fixe O^1.

Digitized by Google

Le système de remontage est identique à celui de l'appareil Hughes. L'axe XY (fig. 179 et 180) porte les roues à rochet D, C, et la roue B, fortement dentée, sur laquelle passe la chaîne de

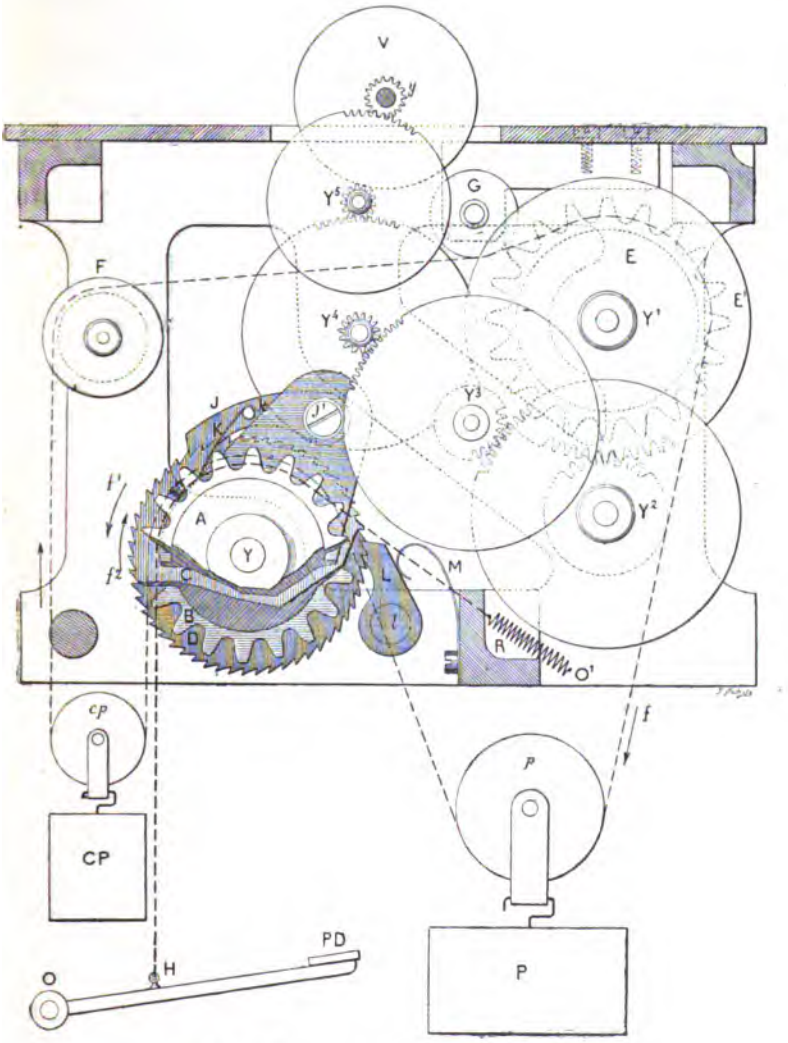


Fig. 179. — Socle-moteur à poids pour distributeur.

Galle. Sur ce même axe s'emboîte un manchon sur lequel sont montés la roue dentée A, qui soutient le brin de chaîne attaché à la pédale PD, et un bras de levier I.

Digitized by Google

Sur un axe jj', placé au sommet du levier I, est monté un cliquet J qui se trouve ainsi au-dessus des dents de la roue à rochet C. Le cliquet J porte un doigt k qui, pressé par le ressort K, vissé lui-même sur la pièce I, reste appliqué sur les dents de la roue C. De la sorte, si le système des roues A, I est entraîné en avant, par exemple, par l'abaissement de la pédale PD, les roues C, B, D sont également entraînées en avant. Pour que le remontoir fonctionne, il faut que l'ensemble des roues C, B, D ne retourne pas en arrière. Pour cela, un cliquet d'arrêt L est monté sur l'axe l qui fait corps avec le bâti du socle. Le cliquet L est pressé contre les dents de la roue D par le ressort M.

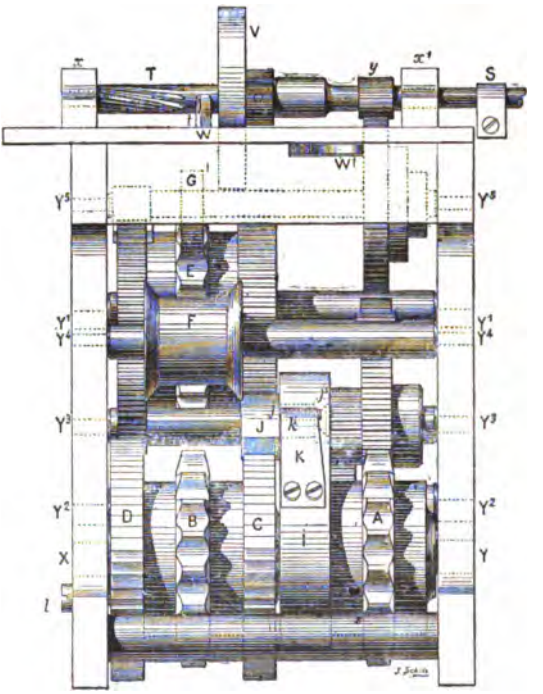


Fig. 180. — Socle-moteur à poids pour distributeur.

Lorsqu'on appuie sur la pédale PD, le système de remontage est entraîné dans le sens de la flèche f'; lorsqu'on cesse d'agir sur la pédale PD, la roue A revient en arrière sous l'action du ressort R, mais la roue B reste immobile. Pendant cette double action, le poids P ne cesse pas d'agir sur la roue E.

Sur l'axe Y^1 de la roue E est calée une roue dentée E^1 qui engrène le pignon du mobile Y^2; de là le mouvement se transmet successivement aux mobiles Y^3, Y^4, Y^5. Ce dernier mobile engrène avec le pignon y de l'axe du régulateur. L'axe du régulateur tourillonne sur deux montants x, x', fixés verticalement sur la *platine-socle;* il porte en T une vis tangente qui engrène avec la cage du distributeur, placée au-dessus du socle-moteur et maintenue par des tenons. Le volant V est com-

Digitized by Google

mandé par le frein W, W' qui, pour arrêter la marche de l'appareil, agit par friction sur la tranche du volant au moyen du petit cylindre de liège *t*. L'axe porte enfin la pièce S et le régulateur de vitesse, sur lequel nous reviendrons, et qui est protégé par un anneau de garde vissé sur le socle.

Tous les axes tourillonnent dans des bagues en acier trempé. A chacune des extrémités des axes aboutit un tube de graissage dont l'ouverture se trouve sur la face supérieure du socle.

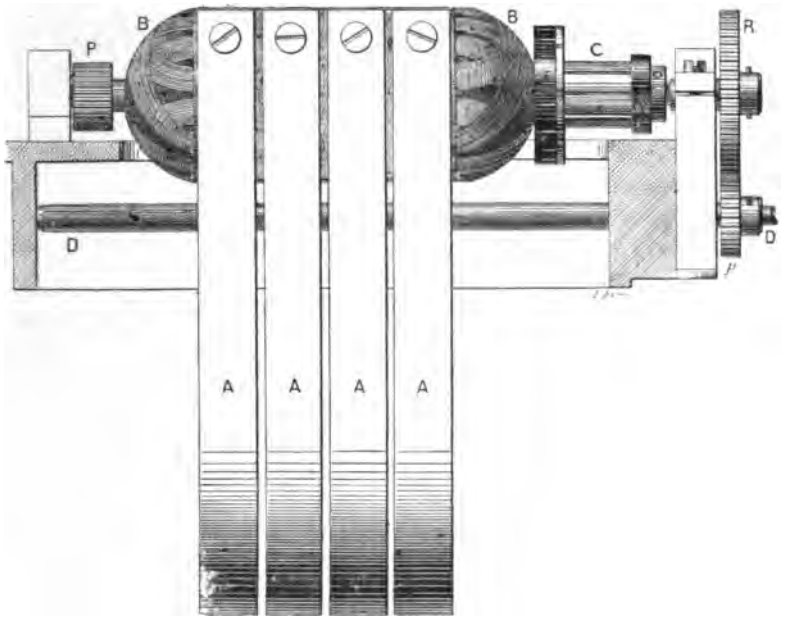


Fig. 181. — Moteur électrique pour distributeur Baudot.

La longueur de la chaîne sans fin est de 2,60 m, celle de la chaîne du remontoir de 0,90 m.

Le contre-poids pèse 1,360 kg; la chape-support du poids moteur, 20 kg, et chaque plaque de plomb 11,300 kg; on emploie quatre de ces plaques.

Suivant le modèle, l'axe du régulateur fait 231 ou 141 révolutions pour 1 cm de chute du poids-moteur.

Au remontage par la pédale on peut, comme dans l'appareil Hughes, substituer le remontage automatique; c'est le cas des grands bureaux disposant d'une installation électrique suffisante. Le remontage se fait alors exactement dans les mêmes

Digitized by Google

conditions que pour l'appareil Hughes, au moyen d'un petit moteur électrique.

Socle-moteur électrique pour distributeur Baudot. — Ce dispositif, excessivement simple, se réduit à une *platine-socle* montée sur une cage en bois à laquelle sont fixées les bornes de prise de courant et l'anneau de garde du régulateur.

Le moteur électrique (fig. 181 et 182), solidement fixé à la platine-socle, est constitué par une bobine Siemens à tambour BB, réalisée avec des disques en fer denté juxtaposés, comme ceux que l'on emploie dans les machines Rechnewski.

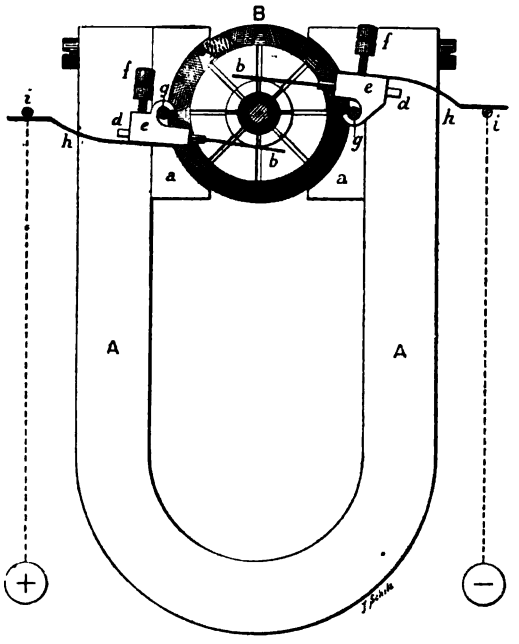


Fig. 182. — Moteur électrique pour distributeur Baudot (collecteur et balais).

Cette bobine tourne entre les branches d'un aimant à quatre lames en fer à cheval AAAA, garni d'armures en fer *aa* formant les pièces polaires. L'axe de la bobine porte d'un côté un pignon P qui engrène avec les rouages de la cage du distributeur, de l'autre un collecteur C, puis une roue dentée R qui commande un pignon *p* faisant partie de l'axe D du régulateur.

Sur le collecteur frottent deux balais *bb*, en fils de bronze, qui communiquent avec les prises de courant (+ —) et sont isolés de la platine-socle.

Les fils des balais sont pincés, puis soudés, dans un bloc *d*, monté à glissière dans la pièce *e*, et assujetti par la vis de réglage *f*. La pièce *e* repose simplement sur l'axe en acier *g*, encastré dans la platine-socle, mais isolé de cette dernière par une rondelle d'ivoire. Chacune des pièces *e*, *e* porte un ressort-lame en acier *h* dont l'un s'appuie sur la partie inférieure d'une

Digitized by Google

gorge creusée dans une vis *i*, l'autre sur la partie supérieure de la gorge d'une seconde vis *i*. Comme conséquence de ce mode de montage, la pression des balais contre le collecteur est toujours assurée; ces balais peuvent être avancés ou reculés par rapport au collecteur et changés, en cas de besoin, en desserrant les vis *f*, *f;* ils peuvent être déplacés latéralement en manœuvrant les vis *i i*.

Les vis *i i* sont isolées de la platine-socle et communiquent respectivemeut avec les prises de courant (+) et (−).

Trente ou trente-cinq éléments Callaud, fournissant un courant de 55 à 60 milliampères avec 20 volts aux bornes, suffisent pour actionner ce moteur et faire marcher le distributeur qu'il commande.

Régulateur. — Que le socle-moteur soit électrique ou à poids, le régulateur est le même. Il est cependant utile de disposer de deux types qui ne se différencient que par la force de leurs ressorts, et que, pour cette raison, on appelle *régulateurs Baudot à ressorts faibles* et *régulateurs Baudot à ressorts forts*.

Le régulateur a pour objet de maintenir le synchronisme entre le distributeur du poste de départ et celui du poste d'arrivée, pour que la marche de ces organes reste concordante. Le poids moteur tend évidemment à accélérer le mouvement; les frottements et le travail des différents organes tendent à le retarder; le régulateur a pour effet de rétablir constamment l'équilibre.

« Le régulateur a pour objet d'introduire dans le mécanisme moteur une résistance variant automatiquement, lorsque cela est nécessaire, de façon à maintenir l'équilibre parfait entre le travail moteur et le travail résistant total.

« Ce régulateur est constitué par une masse métallique mobile susceptible de se déplacer, en glissant sur deux tiges-guides fixées transversalement à l'extrémité d'un arbre appartenant au moteur dont le mouvement doit être régularisé. A cette masse sont accrochés deux forts ressorts à boudin, destinés à la ramener vers le centre de rotation. Ces ressorts prennent leur point d'appui sur l'extrémité même de l'arbre. Au repos de l'organe, la masse est légèrement excentrée par rapport à l'axe de rotation, et, dans cette position, le système comprenant la masse, les ressorts et leurs supports, a son centre de gravité sur l'axe.

« Lorsque le moteur est mis en mouvement, la vitesse va s'accélérant jusqu'à ce que la force centrifuge, agissant sur la

Digitized by Google

masse, atteigne et dépasse la valeur de la tension des ressorts. Dès que la masse mobile s'écarte en tirant sur les ressorts, ceux-ci, prenant leur point d'appui sur l'arbre, le font presser contre ses paliers et augmentent le travail dépensé par le frottement; il en résulte que le travail supplémentaire imposé au moteur dépend de l'écartement de cette masse.

« La force centrifuge d'une masse, à vitesse de rotation constante, est proportionnelle au rayon de la circonférence décrite. D'autre part, on sait qu'un ressort à boudin bien fait subit des allongements directement proportionnels aux efforts; on peut donc concevoir une vitesse angulaire telle que la force centrifuge et la tension des ressorts restent constamment égales.

« Supposons maintenant que le centre de gravité de la masse mobile puisse être amené à coïncider avec le centre de rotation (position qui correspondrait à une valeur nulle de la force centrifuge); si l'on accroche alors à cette masse l'extrémité libre des ressorts, sans les déformer par aucun allongement (ce qui, pour eux, correspond à une valeur nulle de l'effort appliqué à les allonger), l'équilibre existera, pour cette position de la masse, entre la force centrifuge et la tension des ressorts, qui sont toutes deux nulles; et cet équilibre subsistera également pour toutes les positions que la masse mobile pourra occuper, mais à la condition expresse que la vitesse angulaire ait une valeur déterminée.

« La masse se trouve ainsi dans une sorte d'équilibre instable qui ne peut exister qu'à cette condition.

« Mais, pour que le mouvement soit uniforme, il faut que le travail moteur soit égal au travail résistant. Si donc, nous voyons la masse tournante se maintenir en équilibre, nous pourrons en conclure que la vitesse de rotation est bien la vitesse pour laquelle le réglage a été effectué et, de plus, que l'appoint de travail résistant apporté au moteur par l'écartement actuel de la masse est juste suffisant pour équilibrer la puissance et les résistances.

« L'accroissement ou la diminution du travail moteur produit d'abord une variation de vitesse angulaire faible et momentanée; puis l'équilibre se rétablit par un simple déplacement de la masse mobile, et la vitesse redevient ce qu'elle était avant la perturbation (1). »

Un manchon terminé par une sorte de fourche en laiton A s'adapte sur l'axe OO du dernier mobile du socle-moteur (fig. 183

(1) Académie des sciences. Comptes rendus, 30 juillet 1888.

Digitized by Google

et 184) et y est assujetti par une vis. La fourche AA est traversée par deux tiges parallèles en acier *t* solidement fixées sur cette pièce par des vis *a*. Sur ces tiges peut glisser la masse de laiton *m*; mais cette masse est liée à la partie supérieure des tiges *t* par deux ressorts à boudin en fil d'acier R, R. Ces ressorts sont accrochés à la pièce *a*, qui est maintenue sur les tiges *t*, entre deux écrous de réglage; ils passent librement dans des trous pratiqués à l'intérieur de la pièce A, traversent également la masse *m*, mais sont solidement fixés à cette pièce par des ressorts en équerre qui s'engagent entre deux des spires des ressorts et sont assujettis par des vis à la masse *m*.

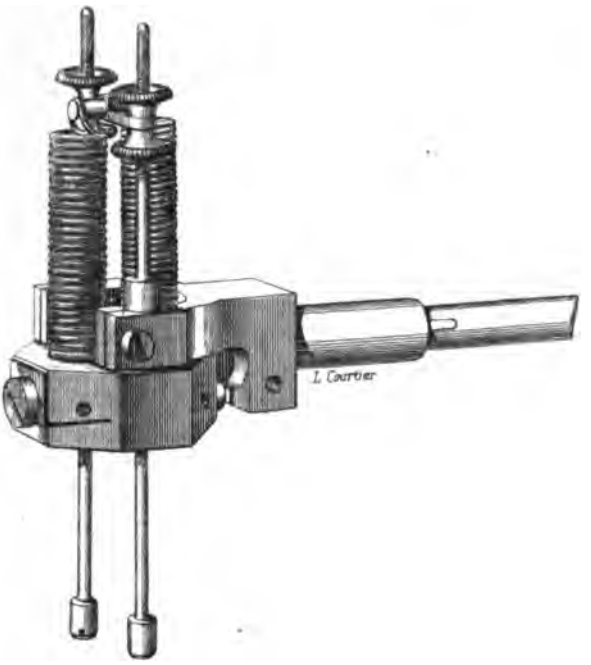
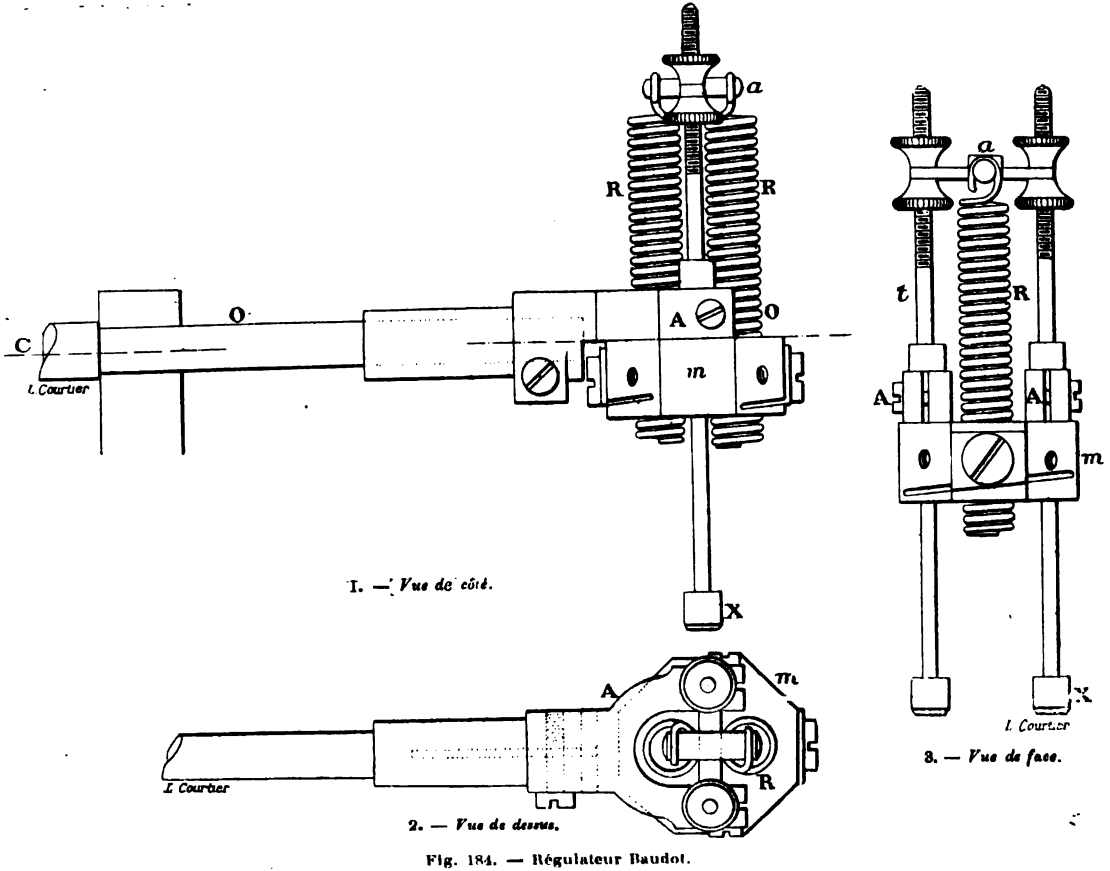


Fig. 183. — Régulateur Baudot.

La masse *m* pèse 35 gr. Les ressorts sont en acier trempé et leurs spires, livrées à elles-mêmes, restent en contact sans pression. Mais, dès que le poids moteur agit sur les rouages, la vitesse tend à s'accélérer. La masse *m*, obéissant à la force centrifuge, glisse sur les tiges *t* en s'éloignant du centre de rotation; il en résulte une tension des ressorts R, R qui a pour effet d'augmenter le frottement de l'axe sur ses coussinets et, par conséquent, de diminuer la vitesse. Lorsque la vitesse diminue, la force centrifuge diminue aussi et la masse *m* se rapproche du centre de rotation de l'arbre moteur, la tension des ressorts R, R est amoindrie, l'axe exerce une pression moins grande sur ses coussinets et la vitesse augmente. En somme, par suite de ces augmentations et de ces diminutions de

Digitized by Google



1. — *Vue de côté.*

2. — *Vue de dessus.*

3. — *Vue de face.*

Fig. 184. — Régulateur Baudot.

Digitized by Google

vitesse, sans cesse corrigées, il s'établit un régime d'équilibre qui donne à l'axe moteur une vitesse de rotation sensiblement uniforme.

Cependant, le synchronisme obtenu dans ces conditions entre deux distributeurs quel que soit leur éloignement, ne saurait rester parfait s'il n'était soumis à correction.

Pour régler le régulateur, on s'assure tout d'abord que la masse mobile glisse librement sur ses guides, puis, en agissant sur la force motrice ou sur la résistance, on fait varier l'amplitude de la masse mobile. Dans ces conditions, la vitesse ne varie pas, elle augmente ou elle diminue.

Si la vitesse ne change pas, lorsque l'amplitude varie, le régulateur est bien réglé.

Si la vitesse augmente ou diminue, quand l'amplitude augmente elle-même ou diminue, la tension initiale des ressorts à boudin est trop faible; elle est au contraire trop forte lorsque la vitesse diminue, quand l'amplitude augmente et réciproquement.

Dans ces deux derniers cas, il faut manœuvrer, dans un sens ou dans l'autre, les écrous qui fixent les ressorts à la potence.

Si l'on a à enlever le régulateur il convient, pour éviter un nouveau réglage, de le replacer sur l'arbre avec la même orientation.

Distributeur. — *Plateaux.* — Le distributeur est l'organe qui, au départ, sert d'intermédiaire entre les manipulateurs et la ligne pour répartir sur celle-ci les courants émis et qui, à l'arrivée, recueille ces courants.

Les distributeurs sont des *plateaux* en ébonite sur lesquels sont convenablement groupées des pièces de contact en bronze, isolées les unes des autres. Ces plateaux, dont il existe plusieurs modèles répondant aux différents modes d'installation adoptés, s'emboîtent dans des rainures disposées sur les deux platines d'une *cage*.

Cette cage s'adapte sur le socle-moteur qui lui communique son mouvement. Le principal organe de la cage, mis en mouvement par le socle-moteur, est un arbre aux extrémités duquel sont calés des bras, garnis de frotteurs, qui parcourent les différentes couronnes de contact des plateaux distributeurs. La cage contient en outre les organes de correction, destinés à rétablir le synchronisme lorsqu'il vient à être altéré; car, il faut bien le reconnaître, quels que parfaits que puissent être les régulateurs, ils laissent subsister de légères erreurs de vitesse qui, en s'accumulant, pourraient nuire à la marche régulière des appa-

Digitized by Google

reils, si on n'avait pas soin de les corriger à chaque révolution des frotteurs sur le distributeur.

Plateaux à 13, 19 *et* 24 *contacts.* — Les plateaux du distributeur, de quelque modèle qu'ils soient, s'adaptent sur la cage en s'encastrant dans deux rainures qui les immobilisent. Sans nous préoccuper, quant à présent, de leurs communications électriques, nous décrirons seulement leur disposition générale.

Dans le plateau à 13 contacts (fig. 185) on trouve successive-

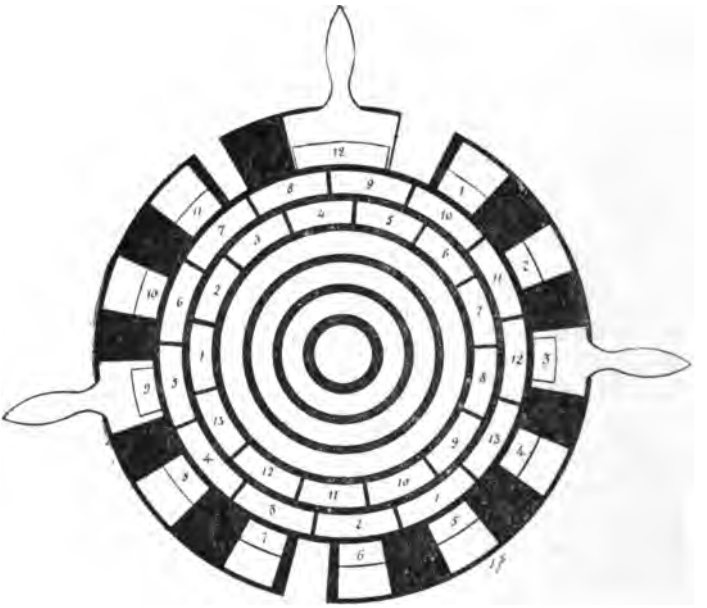


Fig. 185. — Plateau à 13 contacts.

ment, en allant du centre à la circonférence, une ouverture circulaire qui livre passage à l'axe du *bras porte-balais*, trois couronnes pleines en bronze, deux autres couronnes, également en bronze, dont chacune est sectionnée en treize pièces, isolées les unes des autres; enfin, une sixième couronne extérieure, formée par douze plots dont l'un a une largeur double de celle des autres. Cette dernière couronne se compose de trois secteurs mobiles garnis chacun d'une manette qui permet de les orienter. L'un des secteurs est formé par le contact le plus grand, le second secteur comprend 5 contacts, le troisième en contient 6.

Le plateau à 19 contacts (fig. 186) comprend, en allant du centre à la circonférence, une ouverture circulaire qui livre passage à

Digitized by Google

l'axe du bras porte-balais, une couronne pleine, une couronne formée de 5 secteurs, une couronne pleine, successivement deux couronnes divisées en 19 contacts se correspondant; enfin, une sixième couronne extérieure qui porte 18 contacts. Ces contacts sont montés sur quatre secteurs mobiles, dont chacun est garni d'une manette de manœuvre.

Le 1er secteur contient un seul contact, double des autres, le

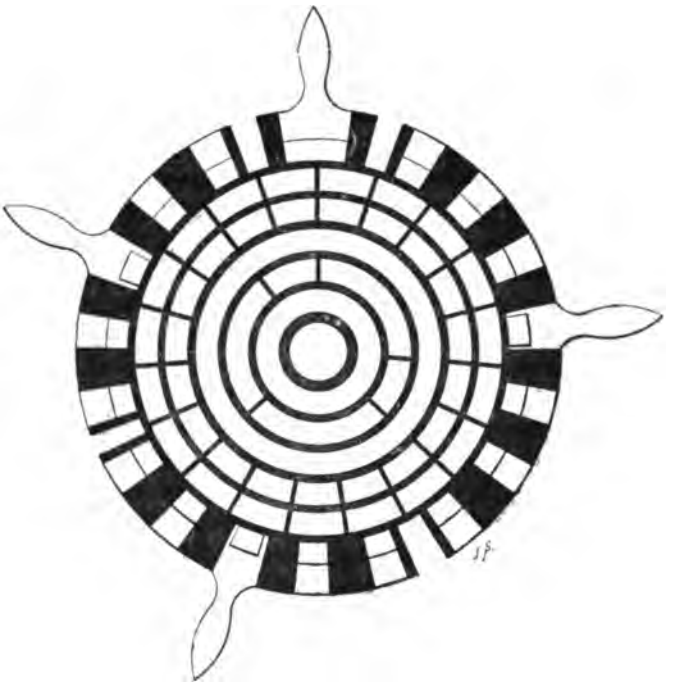


Fig. 186. — Plateau à 19 contacts.

2e secteur contient cinq contacts, le 3e autant, et le 4e sept contacts, tous égaux en étendue.

Les plateaux à 24 contacts sont au nombre de deux : l'un pour la transmission, l'autre pour la réception; le premier est fixe, le second peut se déplacer.

Le plateau pour la transmission (fig. 187) comprend, en allant du centre à la circonférence : une ouverture circulaire livrant passage à l'axe du porte-balais, deux couronnes pleines, une couronne divisée en 5 secteurs et trois couronnes divisées chacune en 24 secteurs. Des cinq divisions de la 4e couronne (les

Digitized by Google

couronnes de tous les distributeurs sont numérotées de la circonférence au centre), l'une correspond à quatre divisions des 1re, 2e et 3e couronnes; chacune des autres correspond à cinq divisions.

Le plateau pour la réception (fig. 188) comprend, en allant du centre à la circonférence, une ouverture circulaire livrant passage à l'axe du porte-balais, une couronne pleine, une cou-

Fig. 187. — Plateau postérieur de distributeur à 24 contacts (transmission).

ronne divisée en 3 secteurs, dans les mêmes conditions que la 4e couronne du plateau pour la transmission, une couronne divisée en 2 secteurs inégaux, une couronne pleine, une couronne divisée en 24 secteurs égaux, et enfin une couronne pleine portant 20 saillies situées en regard de 20 secteurs de la couronne précédente, et au même niveau. Cette couronne pleine est enveloppée par une garniture métallique isolée, qui a pour objet d'éviter les ressauts des balais passant d'une des saillies à la suivante et d'empêcher les étincelles.

Sur la couronne pleine est placée une pièce réglable, fixée par une vis sur laquelle elle peut coulisser. Cette pièce se compose de deux parties, dont l'une communique avec la couronne pleine, et dont l'autre est complètement isolée.

Secteurs, orientation des contacts. — Nous avons appelé *contacts* les pièces isolées qui composent les couronnes des

Digitized by Google

distributeurs; c'est le nom que portent habituellement ces pièces. On désigne sous le nom de *secteur* le groupe de contacts consécutifs utilisé pour la transmission d'un signal ou bien réservé pour la correction.

Cinq contacts sont nécessaires pour la transmission d'une lettre; par conséquent, un distributeur doit posséder autant

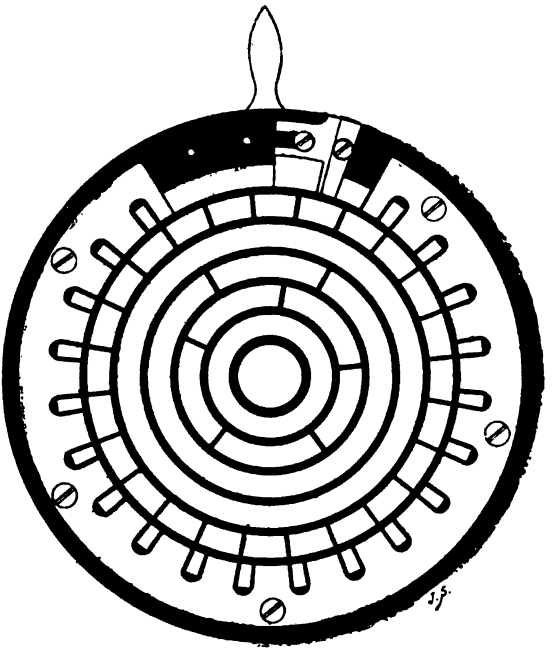


Fig. 188. — Plateau antérieur de distributeur à 24 contacts (réception).

de fois 5 contacts qu'il est destiné à effectuer de transmissions par révolution du bras porte-balais.

Le distributeur pour transmission double sera donc garni de 10 contacts, le distributeur pour transmission triple de 15 contacts et le distributeur pour transmission quadruple de 20. Mais, à ces chiffres, il faut encore ajouter 2 contacts pour la correction et, en outre, il faut tenir compte du temps que met le courant, sur les longues lignes, pour produire son effet à la station opposée; de ce fait, de nouveaux contacts doivent être ajoutés. De sorte que, en réalité, un distributeur double est à 13 contacts, le distributeur triple à 19 contacts, et le distributeur quadruple à 24 contacts.

Digitized by Google

La durée de la propagation de l'électricité sur un conducteur étant variable, suivant les conditions dans lesquelles se trouve ce conducteur, il a été nécessaire de rendre mobile la couronne de contacts destinée à distribuer les courants dans les organes de réception, de façon à permettre d'orienter convenablement ces contacts suivant l'état de la ligne. Cette couronne peut subir des déplacements angulaires jusqu'à 30 et même 40°.

Dans le poste qui reçoit la correction, l'orientation se fait en déplaçant le *contact mobile*, de façon qu'un courant quelconque envoyé par le correspondant produise son effet au moment précis où les frotteurs passent sur le contact relié au récepteur auquel ce courant est destiné.

Si les courants reçus produisent leur effet trop tôt, on déplace le contact mobile dans le sens du mouvement des balais; on le déplace en sens inverse si les courants reçus produisent leur effet trop tard.

L'orientation du poste correcteur est obtenue en déplaçant, dans le sens convenable, au moyen de manettes en laiton, les contacts reliés aux organes récepteurs.

C'est pour éviter, dans la mesure du possible, les variations d'orientation, que les contacts reliés aux organes récepteurs ont été écourtés, ce qui correspond à n'utiliser, pour la réception, que la partie médiane des courants émis dans la transmission.

Cage. — Entre les deux platines de la *cage*, que l'on place sur le socle-moteur, se trouvent deux axes. L'un ne porte qu'une seule roue dentée qui engrène avec la vis tangente T de l'axe du régulateur du socle-motenr (fig. 180). Cette roue transmet le mouvement à une seconde roue dentée, calée sur l'axe des porte-balais. L'axe émerge en dehors de la cage, des deux côtés, et chacune de ses extrémités peut recevoir un *bras porte-balais* composé de bras proprement dits et d'un manchon que l'on assujettit sur l'axe au moyen d'une goupille.

Le manchon est formé de trois pièces : 1° une sorte de chapeau A (fig. 189) dont la couronne B est percée de douze trous et dont la partie antérieure est filetée; c'est cette pièce qui s'emboîte sur l'axe; 2° un anneau en acier C, portant une encoche *e* et une goupille *g*, que l'on peut enfoncer dans l'un quelconque des douze trous de la pièce précédente, ce qui permet d'orienter suivant le besoin l'encoche de l'anneau C; 3° un écrou en acier D, qui se visse sur la partie filetée du manchon et qui immobilise l'anneau C dans la position qu'on lui a donnée. L'anneau C étant d'un diamètre moindre que celui de la couronne B et de l'écrou D forme une sorte de gorge limitée par ces deux pièces.

Digitized by Google

Le bras porte-balais s'adapte à l'axe de la manière suivante : une tige en acier T (fig. 190) pénètre à l'intérieur de l'axe. Sur la pièce B est monté un bouton moleté W, qui commande le cliquet F, soumis à l'action du ressort à boudin R. Pour monter le bras porte-balais sur son axe, on soulève le cliquet F en agissant sur le bouton W et on enfonce la tige T dans le trou de l'axe qui lui sert de logement; si à ce moment on cesse d'agir sur le bouton W, le cliquet F, obéissant à la pression du ressort R, s'introduit facilement dans l'encoche *e* du manchon (fig. 189) et le bras porte-balais se trouve ainsi calé sur son axe.

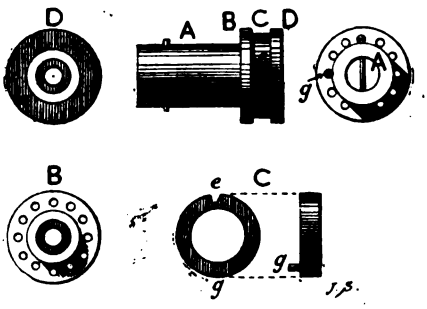


Fig 189. — Manchon du bras porte-balais.

Sur la partie centrale en acier E (fig. 190) du bras porte-balais sont vissées trois branches A, B, C, d'inégales longueurs. Chacune de ces branches porte un axe en acier qui, en s'insérant dans la branche, est isolé par une garniture en ivoire b^1, b^2, b^3, et qui est maintenu par une vis de pression V^1, V^2, V^3. Sur cet axe est monté le porte-balais. C'est une pièce de laiton, percée de deux trous, dans lesquels s'engagent les balais *d*, d^1, d^2, d^3, faisceaux de fils de bronze soudés à des blocs amovibles *c*, c^1, c^2, c^3. Ces balais sont maintenus par pression au moyen de ressorts *r*, r^1, r^2, r^3, logés dans des rainures et fixés par des vis *v*, v^1, v^2, v^3; des *gouttières-guides* *e*, e^1, e^2, e^3, main-

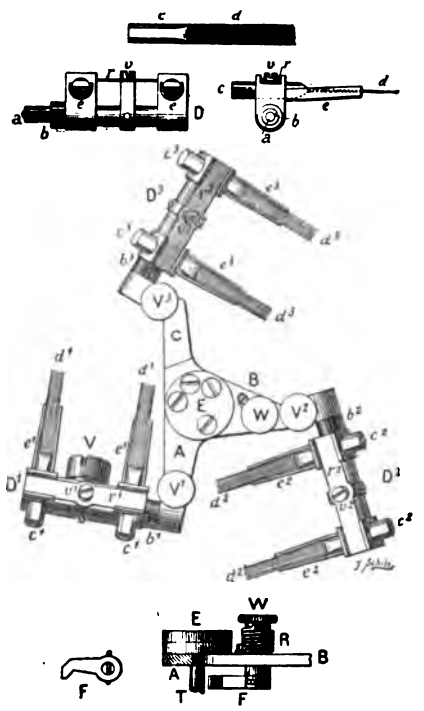


Fig. 190. — Détails du bras porte-balais.

Digitized by Google

tiennent fixe leur direction. Comme on le voit, les balais sont disposés par paire et, dans la même paire, communiquent entre eux; mais, d'une paire à l'autre, ils sont isolés et sont également isolés du centre de rotation. Ce sont, en un mot, des organes destinés à mettre en relation électrique, deux à deux, les différentes couronnes des plateaux du distributeur.

Les bras porte-balais sont d'inégales longueurs et, par suite, ont des poids différents; leur rotation ne saurait donc être régulière qu'à la condition de les équilibrer, c'est ce qui a été fait. Le poids de la vis W a été calculé de façon à rendre le poids du bras B égal à celui du bras C et, dans le même but, on a ajouté au bras A la masse additionnelle V.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, le jeu du régulateur est insuffisant pour maintenir le synchronisme parfait, et il est indispensable de s'assurer le concours d'organes de correction; c'est sur l'axe du bras porte-balais qu'agissent ces organes.

Les plateaux à 13 contacts sont généralement montés sur la face postérieure de la cage et leurs couronnes sont parcourues par les balais tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

Les plateaux à 19 contacts sont habituellement montés sur la face antérieure de la cage et leurs couronnes sont parcourues par les balais tournant dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre.

Correction, *son principe.* — Les balais des distributeurs des deux postes correspondants, partant au même instant d'un même point doivent, à chaque révolution, se retrouver ensemble à leur point initial. Or, quelle que soit la perfection du système régulateur, il est évident que les différences de vitesse, insensibles et négligeables au début, ne feront que s'accroître au bout d'un certain nombre de révolutions. Il est donc indispensable d'empêcher ces différences de vitesse de s'ajouter; on y parvient en corrigeant la vitesse à chaque révolution des balais. Dans le but de simplifier le procédé de correction, M. Baudot a admis que la correction ne se ferait que dans un seul poste et qu'elle aurait lieu toujours dans le même sens. A cet effet, on donne à l'un des distributeurs une vitesse un peu supérieure à celle de l'autre, et, à chaque révolution, on fait reculer les balais du poste corrigé pour les remettre en concordance avec les balais du poste correcteur.

C'est au moyen d'une pile installée au poste correcteur et d'un électro-aimant disposé au poste corrigé que s'effectue l'opération. Si, au départ comme à l'arrivée, les balais passent simultanément sur des contacts de même rang, le courant de la pile

Digitized by Google

installée au départ se perd à la terre à l'arrivée, sans produire d'effet; il n'y a pas eu correction, elle était inutile. Mais si, au moment où les balais du poste de départ sont encore sur le contact A, par exemple, ceux du poste d'arrivée ont déjà atteint le contact suivant B, le courant de la pile de départ traverse l'électro-aimant d'arrivée et le jeu de l'armature de cet électro-aimant fait reculer le bras porte-balais de la quantité voulue pour rétablir la concordance entre le poste d'arrivée et le poste de départ.

Dans la pratique, l'excédent de vitesse à donner au distributeur corrigé doit être égal à la moitié du recul imposé aux balais, de sorte que la correction a lieu une fois pour deux révolutions du bras porte-balais.

Pour régler la vitesse de l'appareil qui reçoit la correction, et lui donner l'excès nécessaire sur la vitesse du correspondant, on fait arriver le courant correcteur dans un des récepteurs, puis on établit la vitesse de telle sorte que ce courant passe dans le récepteur suivant au bout de 10 à 12 tours.

Organes de correction. — Sur l'une des platines de la cage est disposée une glissière qui peut recevoir l'*électro-aimant correcteur*. A droite et à gauche de cette glissière, deux équerres isolées portent les bornes de communication. Sur la platine opposée, et en regard des premières, deux autres équerres, également isolées, sont aussi garnies de bornes; d'une platine à l'autre, ces bornes peuvent être reliées deux à deux, au moyen d'agrafes métalliques, ce qui permet d'attacher les fils de communication aboutissant à l'électro-aimant correcteur, soit à la platine antérieure, soit à la platine postérieure.

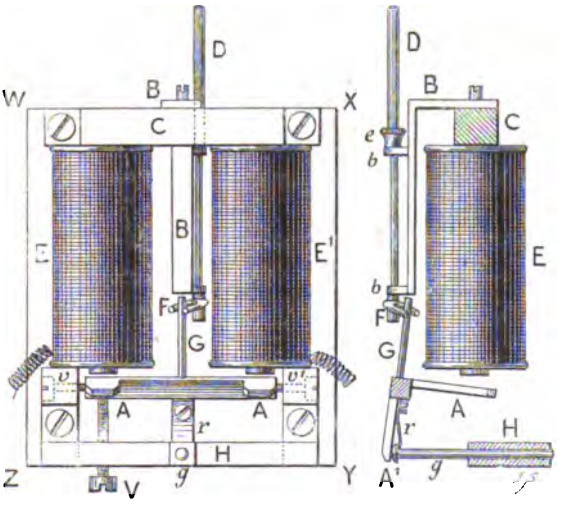


Fig. 191. — Electro-correcteur.

Digitized by Google

L'électro-aimant correcteur est constitué par deux bobines shuntées EE' (fig. 191) montées sur des noyaux en fer doux, réunis par une culasse C.

Les bobines des électro-correcteurs sont formées par 1900 tours de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu 23/100 de millimètre); leur résistance normale est de 25 ohms, mais elles sont shuntées de la manière suivante : Dans tous les appareils Baudot « le logement du fil des bobines d'électro-aimants dont la carcasse est métallique doit être enduit d'un vernis au bitume de Judée, puis garni entièrement d'une couche de papier; la partie du fil sortant du fond de la bobine doit être séparée des spires voisines au moyen d'une rondelle également en papier. Les deux extrémités du fil fin remplissant la bobine doivent être soudées chacune à un bout de fil plus solide, d'un mètre de longueur environ, avec lequel est continué l'enroulement ». La bobine, ainsi terminée, reçoit une première enveloppe de papier sur laquelle on enroule un fil bouclé en maillechort, recouvert de soie, ayant un diamètre de 17/100 de millimètre (fil nu). Pour enrouler ce fil, on le plie en deux au milieu de sa longueur, on en forme une boucle et les deux brins juxtaposés sont enroulés sur la bobine; 150 tours de ce double fil, soit 300 spires, donnent la résistance de 100 ohms que doit avoir le shunt. Les deux extrémités de ce circuit sont soudées respectivement aux extrémités du fil de cuivre de la bobine. « La bobine est ensuite plongée pendant plusieurs heures dans un bain chaud de paraffine non acide, de manière que celle-ci puisse remplir entièrement les vides. Après refroidissement, l'enveloppe extérieure est constituée au moyen d'un ruban enroulé, à travers les spires duquel sortent les extrémités libres du fil.

La résistance des deux bobines réunies est de 50 ohms, celle des deux shunts réunis est de 200 ohms et la résistance totale de 40 ohms $\left(R = \frac{rr'}{r + r'}\right)$.

La culasse C est montée sur un cadre en laiton WXYZ; ce cadre supporte les pièces entre lesquelles pivote, sur les pointes $v\,v'$, l'armature AA de l'électro-aimant; il sert également d'écrou à la vis V qui limite l'amplitude des oscillations de l'armature AA. L'armature AA se prolonge en A' par un appendice perpendiculaire à son axe; sur cet appendice est vissé un ressort r auquel est adaptée la goupille g, logée dans un renflement H du cadre WXYZ. Lorsque l'armature A n'est pas attirée, la goupille g reste enfoncée dans la pièce H, mais, lorsque l'armature A est attirée, la goupille g fait saillie en dehors de

Digitized by Google

la pièce H. Une tige G surmonte l'armature A et s'engage entre les branches de la fourchette F qui termine la tige D. Cette tige D pivote, sous l'action de l'armature A, dans les coussinets *b b* d'une équerre en laiton BB, fixée à la culasse C. La tige D est fendue à sa partie supérieure et peut recevoir un petit brin de papier ou un fétu de paille, signal optique, qui, par ses déplacements, permet de voir si la correction se fait ou ne se fait pas; on se rend aisément compte, en effet, que, suivant que l'armature A est attirée ou retombe par son propre poids, la tige G, agissant sur la fourchette F, fait tourner à droite ou à gauche la tige D et le signal placé à son sommet.

Sur l'axe des bras porte-balais sont placés les organes qui, pour produire la correction, sont soumis à l'action de la goupille *g*.

L'axe XY (fig. 192) du socle-moteur communique, par la roue dentée A, le mouvement à la roue B et à l'axe des bras porte-balais X' Y'. La roue B, qui fait corps avec la roue dentée plus petite D, est montée à frottement doux sur l'axe X' Y'. Le système des deux roues B, D est calé par l'anneau en acier C, fixé sur l'axe par la goupile *c*. La pièce en laiton J, fixée à demeure sur l'axe X' Y', porte un système d'engrenages qui comprend le pignon E et la roue F montés sur un axe commun, le pignon G et *l'étoile* de correction H, montés également sur un axe commun; ces roue et pignons se nomment *roue et pignons satellites*. Entre deux dents de l'étoile H (fig. 193) repose un galet I, mobile autour de son axe sur la pièce L, supportée par le ressort en acier R, fixé lui-même à la pièce J par les vis *v v'*. Une came en acier K est située dans le voisinage de l'axe X' Y' et tourne avec lui, ainsi, d'ailleurs, que tout le reste du système.

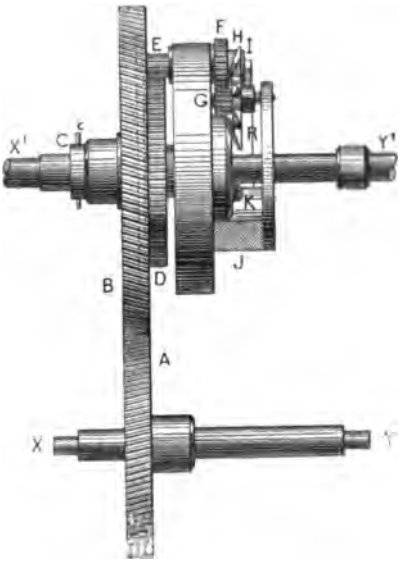


Fig. 192. — Organes de correction (profil).

La correction, nous l'avons dit, se fait toujours dans le même sens, dans le sens du retard du bras porte-balais. Lorsque cette

Digitized by Google

correction se produit, le courant qui la provoque traverse les bobines de l'électro-aimant correcteur, l'armature A (fig. 191) est attirée et la goupille *g* projetée en avant; cette goupille rencontre, au moment de son passage, l'étoile de correction H (fig. 192 et 193) et, s'engageant entre deux dents, provoque un temps d'arrêt; mais, comme l'étoile est mobile sur son axe, elle recule en soulevant le galet I qui, de l'intervalle qu'il occupait entre deux dents, passe à l'intervalle suivant; le pignon G fait tourner la roue F et le pignon E; celui-ci, agissant, en quelque sorte, comme le cliquet de la roue de frottement de l'appareil Hughes, roule sur la roue D, imprimant un très léger mouvement de recul à l'axe X' Y' seul, tandis que la roue B continue son mouvement sous l'action de la roue A et du poids moteur. Ce mouvement suffit pour retarder la course du bras porte-balais et le ramener à la position qu'il doit normalement occuper. En continuant sa révolution, l'axe X' Y' met en prise la pointe de la came K avec la goupille *g*, celle-ci est rejetée en arrière et n'agit de nouveau sur l'étoile H que lorsqu'une nouvelle attraction de l'armature A se produit.

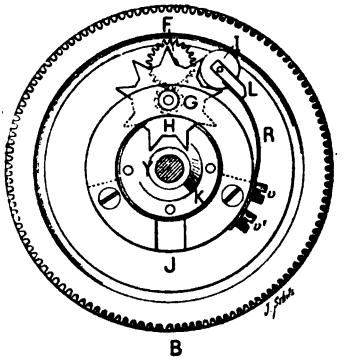


Fig. 193. — Organes de correction (face).

Le type de cage que nous venons de décrire peut être indifféremment utilisé avec tous les modèles de plateaux. Seules, les étoiles de correction doivent être appropriées à la précision exigée dans les opérations de rectification du synchronisme. Le distributeur à 13 contacts emploie l'étoile de correction à 9 dents qui, à chaque correction, fait reculer les bras porte-balais de 1/144 de tour; le distributeur à 19 contacts emploie l'étoile à 12 dents qui, à chaque correction, fait reculer les bras porte-balais de 1/192 de tour; et enfin le distributeur à 24 contacts emploie l'étoile à 15 dents qui, à chaque correction, fait reculer les bras porte-balais de 1/240 de tour.

Relais Baudot. — Les organes de réception sont des relais très sensibles à armature polarisée.

Deux aimants en fer à cheval N, S (fig. 194) sont réunis par leurs pôles de même nom au moyen d'une entretoise en fer doux M. L'entretoise M est traversée par une vis en laiton V, dans l'axe de laquelle est encastrée une pointe *p* en acier forte-

Digitized by Google

ment trempé et très acérée. Sur ces pointes repose un axe horizontal AB dont les extrémités, A, B convenablement évidées, sont garnies de chapes en acier *m*, *m*, trempées dur et parfaitement polies. L'axe AB est en trois pièces : A en fer, C en laiton,

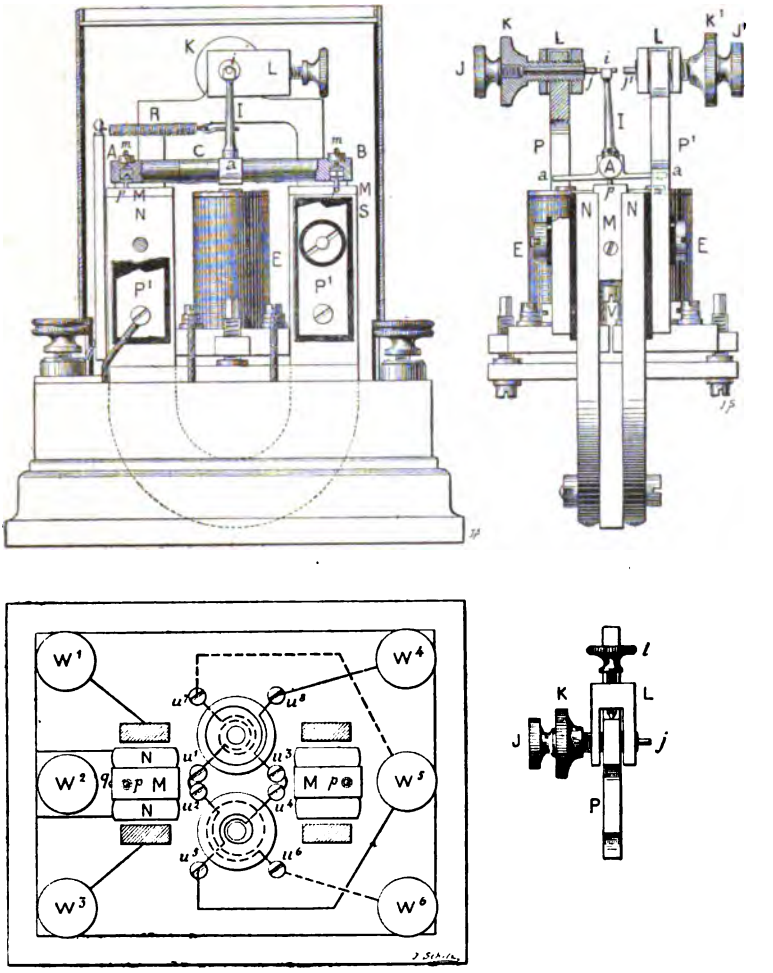


Fig. 194. — Relais Baudot.

B en fer. Les pièces A et B forment, en quelque sorte, les prolongements des pôles de l'aimant, au-dessus duquel elles sont placées.

La partie B de l'axe AB supporte, perpendiculairement à sa longueur, une armature *aa* surmontée d'un index en laiton I,

Digitized by Google

garni à sa partie supérieure d'un fil de platine *i* formant pièce de contact.

L'armature *aa* devient, par suite de la polarité de la pièce B avec laquelle elle fait corps, un épanouissement du pôle sud de l'aimant NS. Cette armature, qui doit basculer à la manière du fléau d'une balance, doit être très sensible; il lui faut donc une grande mobilité, mais elle doit jouir aussi d'une grande stabilité. Cette stabilité est obtenue par les chapes au moyen desquelles l'axe AB repose sur les *pointes-pivots p, p*. Chacune de ces chapes a une forme différente. L'une est un cône creux qui emboîte la pointe-pivot sur laquelle elle repose; l'autre est linéaire; c'est une raînure dirigée dans le sens de l'axe de AB et dont la section a la forme d'un V renversé; d'où les noms de *chape-point* et de *chape-ligne* donnés à ces deux chapes.

Au-dessous de l'armature *aa* sont les noyaux des bobines de l'électro-aimant EE. Ces bobines sont formées chacune par deux fils enroulés ensemble et faisant 2500 tours, soit 5000 spires. La résistance de chacun des deux circuits est de 150 ohms; le diamètre du fil est de 12/100 de millimètre (fil nu).

L'index I peut se déplacer entre deux butées jj^1 constituées par les pointes des vis de réglage J, J^1. Ces vis, dont les pointes j, j^1 sont en fil de platine, comme l'index *i*, sont elles-mêmes vissées dans d'autres vis K, K^1, qui traversent les montants en laiton P, P^1, montés sur l'aimant en fer à cheval, mais isolés dans ce dernier. Une fois réglées, les vis K, K^1 sont immobilisées par un étrier L que la vis *l* serre contre le montant P.

Un ressort à boudin R s'accroche d'une part à l'index I, de l'autre à une manette, articulée en *q*, sur une équerre supportée par l'une des bornes médianes du socle de l'appareil.

Le socle porte six bornes dont les communications sont les suivantes à l'intérieur du relais :

W^1 avec le montant de gauche P (butoir de travail).

W^2 avec le massif, et, par conséquent, avec l'armature.

W^3 avec le montant de droite P^1 (butoir de repos).

W^4 avec l'entrée du premier enroulement.

W^5 avec la sortie des deux enroulements.

W^6 avec l'entrée du deuxième enroulement.

Les deux enroulements se continuent d'une bobine à l'autre par les communications u^1, u^2, u^3, u^4.

Un autre modèle de relais, exactement semblable au précédent, quant à la forme, ne comporte qu'un seul enroulement d'une résistance de 100 ohms par bobine et n'a plus que 5 bornes W^1, W^2, W^3, W^4, W^6.

Digitized by Google

W^1 est relié au montant de gauche (butoir de travail).

W^2 au massif et, par conséquent à l'armature.

W^3 au montant de droite (butoir de repos).

W^4 avec la sortie du fil des bobines.

W^6 avec l'entrée du fil des bobines.

Les bobines sont réunies entre elles par un fil disposé entre les vis w^1, w^2.

Les vis J, J^1, entre lesquelles peut osciller l'index I, constituent les butoirs de repos et de travail; l'index I s'appuie sur l'une ou sur l'autre, suivant le sens du courant qui traverse les bobines de l'électro-aimant. Le réglage de ces butoirs s'obtient en manœuvrant les vis K et K^1, et en les assujettissant ensuite par le serrage de la vis *l* de l'étrier.

L'index I doit rester indifféremment appliqué sur le butoir où l'a amené un courant quelconque traversant les bobines de l'électro-aimant, jusqu'à ce qu'un courant de sens contraire l'amène sur le butoir opposé. Un jeu de 1/100 de millimètre entre les deux butoirs et l'index est généralement suffisant.

La facilité d'enlever les vis J, J^1 et de les replacer, en les vissant à fond, sans modifier le réglage, permet de procéder au nettoyage des contacts. Le déplacement de ces vis permet également d'effectuer rapidement le réglage du relais; voici comment on procède dans la pratique : on enlève le bouton J et, avec le doigt, on fait basculer l'armature aimantée jusqu'à ce qu'elle rencontre le noyau de fer doux de la bobine de gauche; ce noyau se trouve ainsi aimanté. On replace avec le doigt l'armature dans sa position primitive, son index appuyé sur le butoir de droite. A ce moment, l'armature abandonnée à elle-même doit basculer vers la bobine de gauche, sous l'attraction produite par le magnétisme rémanent du noyau de cette bobine. Si l'armature reste inerte, on manœuvre le bouton K^1 jusqu'à ce que l'effet désiré se produise. Cela fait, on répète l'opération de l'autre côté, en remettant en place le bouton J et en enlevant le bouton J^1. En résumé, chacun des noyaux ayant été touché par l'armature doit pouvoir attirer celle-ci lorsque l'index de l'armature a été ramené avec le doigt au contact du butoir opposé.

Socle-moteur du traducteur Baudot. — Le socle-moteur du traducteur est exactement le même que celui du socle-moteur du distributeur, sauf en ce qui concerne la disposition de la platine-socle. Sur cette platine sont placés deux organes nouveaux : le *modérateur de vitesse* et l'*électro-frein*.

Comme dans le socle-moteur pour distributeur, le dernier

Digitized by Google

mobile, celui qui transmet le mouvement au traducteur, porte une vis tangente, un volant, un pignon et un régulateur; ce régulateur, basé sur le même principe que celui que nous connaissons déjà, en diffère par certains points; c'est le *modérateur de vitesse*.

Modérateur de vitesse. — L'axe Y (fig. 195), dans la partie qui reçoit le modérateur de vitesse, est entaillé longitudinalement. Dans l'entaille ainsi pratiquée et garnie d'un petit ressort de pression, s'engage une clavette qui fait partie du modérateur. Le modérateur ne peut donc se déplacer latéralement que lorsqu'il est entraîné par l'axe. Une vis de réglage V, qui mord dans l'axe même de l'arbre Y, permet de déplacer plus ou moins le modérateur le long de cet arbre. Cette vis V a sa tête garnie d'une couronne en acier, pourvue d'une série de crans dans lesquels peut s'engager un doigt en acier D. Ce doigt D fait corps avec le modérateur et l'immobilise dans la position qui lui a été donnée par le réglage de la vis V.

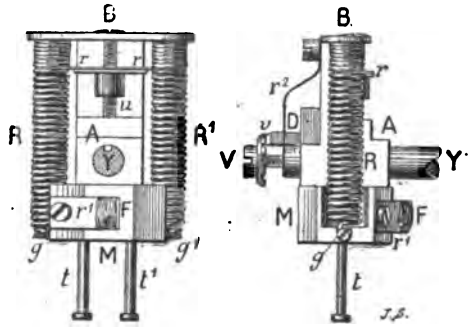


Fig. 195. — Modérateur de vitesse.

Le modérateur se compose d'une masse fixe A, dans laquelle l'axe Y est enfilé, et d'une masse mobile M, reliée à la première par deux ressorts à boudin en acier R, R'. La masse M peut glisser sur les tringles *t*, *t'*, en tirant sur les ressorts R, R'. A cet effet, les ressorts R, R' sont accrochés à la masse M par les vis *g*, *g'*; ils s'engagent librement dans deux trous pratiqués dans la potence B attenante à la masse A, mais sont fixés à cette masse par un ressort en acier *rr* qui, monté sur une vis *u*, s'engage entre deux spires de chacun des ressorts R, R'. Un ressort en acier *r'*, garni d'un frotteur F, est vissé sur une des faces latérales de la masse M. Un ressort *r²*, en forme de fourchette, s'appuie sur la tête de l'axe Y, et donne de l'élasticité au système sous la pression de la vis V. En arrière du modérateur, et vissé verticalement sur la platine-socle, se trouve un disque légèrement évidé en cône, qui forme une surface de frottement pour le frotteur F.

Lorsque l'axe Y tourne, il entraîne le modérateur, et à mesure

Digitized by Google

que la vitesse s'accélère, la masse M, sous l'action de la force centrifuge, s'éloigne du centre de rotation, en tirant sur les ressorts R, R'. Le frotteur F se rapproche d'autant plus du disque conique que la masse M s'éloigne davantage du centre de rotation; cela résulte de la forme conique du disque. Il arrive un moment où le frottement s'établit entre le frotteur et le disque, frottement d'autant plus fort que la vitesse tend davantage à s'accélérer; de ce frottement résulte un ralentissement de vitesse, et on conçoit facilement que l'équilibre s'établisse entre le travail moteur et le travail résistant, de telle sorte que l'axe Y tourne d'un mouvement uniforme.

Electro-frein. — L'électro-frein est un électro-aimant à deux bobines, dont l'armature commande un frotteur en liège qui peut agir par friction sur le volant du socle-moteur.

Les bobines de l'électro-frein sont constituées par 2000 tours de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu, 28/100 de millimètre). Leur résistance est de 25 ohms. Ces bobines sont montées sur deux noyaux et une culasse en fer doux, cette dernière étant fixée à l'équerre A que supporte la platine-socle PP (fig. 196).

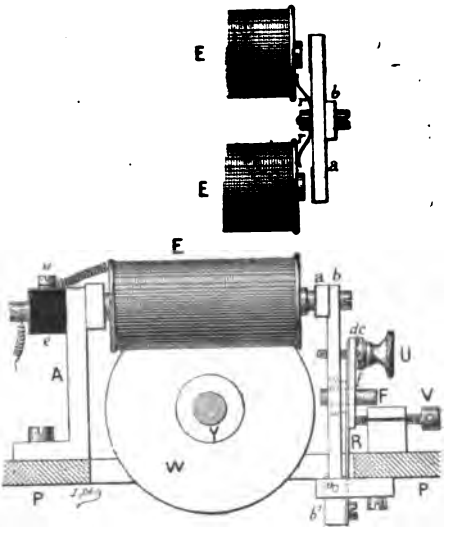


Fig. 196. — Electro-frein.

Les bobines E E de l'électro-frein sont horizontales, le fil qui les recouvre est réuni, d'une bobine à l'autre, par un boudin recouvert d'un tube de caoutchouc non vulcanisé.

L'entrée et la sortie du fil des bobines sont également protégées par des tubes de caoutchouc, et leurs extrémités dénudées sont pincées sous des vis *v*, fixées à un bloc d'ébonite *e*.

L'armature *a* est maintenue éloignée des noyaux par le ressort *rr* qui, comme elle, est monté sur la pièce de laiton *bb'*, dont le centre d'oscillation se trouve en *o*. A cette pièce *bb'* est vissé le ressort en acier R qui porte le frotteur en liège F enfoncé dans la pièce de laiton *f*. Le frotteur F traverse d'ailleurs, sans

Digitized by Google

la toucher, la pièce *bb'* qui a été évidée en conséquence. La tension du ressort R est réglée par la vis V. Le frotteur est également soumis à l'action de la vis U, garnie d'une couronne dentée *c*, dans les crans de laquelle s'engage le doigt en acier *d*. La vis U traverse librement la pièce *f*, mais visse dans la pièce *bb'*.

Lorsque l'armature *a* est attirée, le frotteur F se rapproche du volant W et frotte sur sa tranche, de façon à ralentir le mouvement de l'axe Y.

De même que l'électro-aimant correcteur a pour objet de rétablir, à chaque révolution, le synchronisme entre les distributeurs des deux stations correspondantes, de même aussi l'électro-frein a pour rôle de rétablir, à chaque révolution, la concordance entre le distributeur et le traducteur auquel appartient cet électro-frein. Pour cela, le traducteur ayant une légère avance sur le distributeur, 3 à 5 0/0 environ, ce dernier, lorsque ses balais passent sur des contacts déterminés, envoie, *automatiquement*, dans l'électro-frein, un courant qui, forçant le frotteur à presser contre le volant, retarde, dans la proportion convenable, la vitesse du traducteur. L'organe spécial qui permet au courant de traverser les bobines de l'électro-frein s'appelle *fermeur de circuit de l'électro-frein* et fait partie de la cage du traducteur.

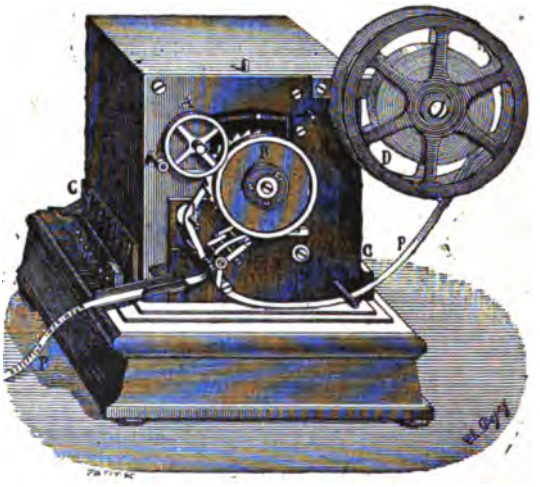


Fig. 197. — Traducteur Baudot.

Traducteur. — La cage du traducteur se place sur la platine-socle où deux pointes la maintiennent entre deux réglettes d'ébonite, dont l'une est garnie de 7 plots, l'autre de deux; ces réglettes établissent les communications électriques avec autant de ressorts, disposés sur deux autres réglettes d'ébonite qui font partie de la cage du traducteur.

Digitized by Google

Le traducteur a pour objet : 1° d'emmagasiner les signaux fugitifs esquissés par les relais; 2° de chercher, en quelque sorte, la combinaison que représentent ces signaux; 3° une fois cette combinaison trouvée, de la traduire en un caractère typographique et d'en provoquer l'impression sur une bande de papier.

Avant d'entreprendre la description des organes qui participent à ces différentes opérations, purement locales, nous décrirons, pour n'y plus revenir, le *fermeur de circuit de l'électro-frein*, qui est fixé à la platine postérieure de la cage du traducteur.

Fermeur de circuit de l'électro-frein. — L'axe X du traducteur (fig. 198), commandé par les rouages du socle-moteur, porte une came excentrique en acier A. Un *balancier* BD, mobile autour du centre C, s'appuie par son bec B sur la came A, tandis que l'extrémité opposée D, garnie d'une goupille en acier E, repose sur le ressort F. Un second ressort G, parallèle au ressort F et isolé de ce dernier par la pièce d'ébonite H, vient buter contre la goupille d'arrêt I, fixée, ainsi que l'ensemble du système, à la platine postérieure de la cage du traducteur; cette goupille est garnie d'un manchon en ébonite. Si des fils conducteurs *f*, *g*, appartenant à un circuit électrique, sont attachés aux ressorts F, G, la figure 198 montre clairement que ce circuit sera ouvert ou fermé suivant la position de la came A par rapport au balancier BD; à chaque révolution de la came, il y aura une fermeture de circuit qui coïncidera avec le passage de sa pointe *a* sous le bec B du balancier, car alors la goupille E forcera les ressorts F et G à se toucher; à la suite de ce passage, le ressort F se relevant par son élasticité propre et le ressort G étant arrêté par la goupille I, le circuit sera ouvert pendant tout le reste de la révolution de la came.

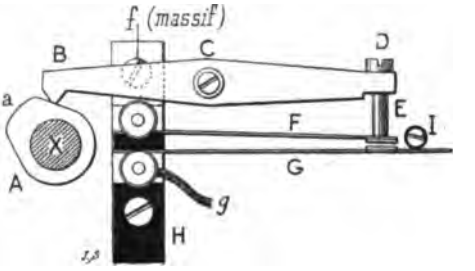


Fig. 198. — Fermeur de circuit de l'électro-frein.

En réalité, le ressort G est relié à la sortie des bobines de l'électro-frein et le ressort F à la terre par le massif du traducteur.

Electro-aimants aiguilleurs. — Ces électro-aimants, au nombre de cinq, sont fixés, côte à côte, dans une position horizontale, sur une planchette en ébonite F (fig. 199), disposée sur la platine postérieure P de la cage du traducteur.

Digitized by Google

La bobine E est montée sur un noyau de fer doux garni de deux culasses A, B. Ces sortes de bobines, constituées par 1300 tours de fil de cuivre recouvert de soie (diamètre du fil nu 15/100 de millimètre) et dont la résistance est de 50 obms, sont fabriquées de la même façon que les bobines des électro-correcteurs. Avant le paraffinage, elles reçoivent une première enveloppe de papier sur laquelle on enroule un fil bouclé en maillechort, recouvert de soie, ayant un diamètre de 17/100 de millimètre (fil nu).

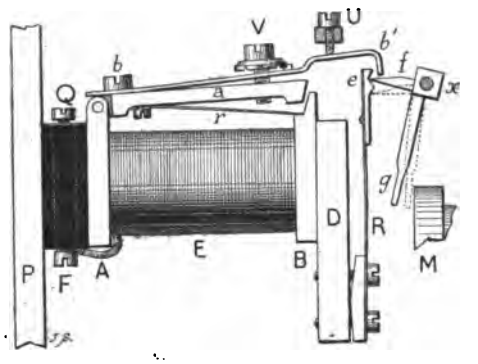


Fig. 199. — Electro-aiguilleur.

La résistance normale de 200 obms est obtenue, pour ce circuit supplémentaire, avec 150 tours de fil double, soit 300 spires. Les deux extrémités de ce circuit sont soudées respectivement aux extrémités du fil de cuivre de la bobine; le tout est ensuite paraffiné et recouvert d'un ruban de soie. Après ce shuntage, l'ensemble des deux circuits ne présente plus qu'une résistance de $\frac{200 \times 50}{200 + 50} = 40$ ohms.

Sur la culasse A est articulée l'armature *a* qui, lorsque la bobine E est traversée par un courant, est attirée par la culasse B; la culasse et la pointe de l'armature sont taillées en biseau pour favoriser le rapprochement. Le ressort en laiton *r*, en forme de fourche, remplit l'office de ressort antagoniste; il est vissé sur l'armature *a* et sa pointe s'appuie sur la culasse B.

Sur l'armature *a* est vissée une pièce en laiton *bb'*, courbée à angle droit du côté de son extrémité libre. Elle est réglée par une vis à crans V, semblable à celles que nous avons déjà décrites, et sous laquelle s'engage une goupille appartenant à la pièce *bb'*. A l'état de repos, c'est-à-dire quand l'armature *a* n'est pas attirée, la pièce *bb'* s'appuie sur la vis de butée U, qui limite son écartement.

Sur la pièce en laiton D sont montés, en regard des cinq électro-aiguilleurs, cinq ressorts dits *ressorts à encoches des leviers aiguilleurs*, ces ressorts R portent, en effet, à leur partie supérieure, une encoche *e*.

Digitized by Google

En regard des encoches *e* des ressorts R, cinq *leviers aiguilleurs* sont montés sur l'axe *x*, qui leur est commun; cependant, chacun des leviers est indépendant des autres et peut basculer isolément autour de l'axe *x*.

A l'état de repos, les cinq tiges horizontales *f* des cinq leviers aiguilleurs sont arrêtées dans les encoches *e* par la pression des ressorts R; les tiges *g* sont alors verticales. Lorsque l'armature *a* est attirée, la pièce *b'* frappe sur la tige *f* et la chasse de l'encoche *e*; le levier *fxg* prend alors la position figurée en pointillé et la pointe *g* s'appuie sur la tranche du disque M qui fait partie du *combinateur*.

Avant d'aller plus loin, observons que pour une combinaison déterminée, transmise par un manipulateur au poste de départ, le relais ou les relais récepteurs ont pris des orientations déterminées esquissant cette combinaison. L'orientation de ces relais a produit, par exemple, l'attraction des armatures des électro-aiguilleurs n°s 1, 3 et 5, tandis qu'elle a laissé inertes les armatures des électro-aiguilleurs n°s 2 et 4; c'est encore une esquisse de la combinaison transmise; cette combinaison est emmagasinée par les leviers aiguilleurs qui ont pris : les n°s 1, 3 et 5 la position figurée en pointillé, les n°s 2 et 4 la position figurée en traits pleins.

Combinateur. — Le combinateur (fig. 200) reçoit un mouvement de rotation uniforme et continu par l'intermédiaire de la roue dentée A qui, elle-même, est commandée par les rouages du socle-moteur.

Le combinateur est monté sur le même axe que la came du fermeur de circuit; cet axe est aussi l'axe d'impression. La roue dentée B engrène avec la roue A. Sur la face de cette roue qui regarde la came est fixé un disque en bronze MM. Dans la partie comprise entre M_1 et M_2, le disque est ouvert; dans cette ouverture sont logées deux cames en acier C, C', séparées par la gorge *c* et appelées *cames-navettes d'aiguillage*. La came C fait légèrement saillie à l'extérieur du disque. Sur l'autre face de la roue B est vissé un double disque en acier, dont les deux portions sont séparées par une arête saillante, interrompue entre *h* et h_1. Sur le disque F, en regard de l'espace libre $h\,h_1$, est placée la came H ou *came de rappel des chercheurs*.

Sur le pourtour des disques E, F sont disposés, irrégulièrement *en apparence*, des renflements et des cavités; mais il est aisé de remarquer qu'en face de l'un quelconque des renflements d'un disque se trouve toujours un creux de l'autre. En dehors de cette première observation, il convient de dire que la disposition

Digitized by Google

des renflements et des creux sur le pourtour des disques n'est pas arbitraire et qu'elle représente la succession des 31 combinaisons employées pour figurer les lettres ou les chiffres et les signes de ponctuation.

Supposons la roue B en mouvement et reprenons les cinq leviers aiguilleurs dans la position où nous les avons laissés : les leviers 1, 3, 5 sont dans la situation figurée en pointillé; les leviers 2, 4 sont dans la situation figurée en plein. Lorsque la came C passera devant les leviers 1, 3, 5, les pointes *g* de ceux-ci, qui sont très rapprochées du disque M, seront saisies successivement par la came C, suivront le contour de celle-ci jusqu'à la pointe de la came C_1 qui, par la rainure *c*, les rejettera en arrière et les forcera à reprendre leur position de repos. Au contraire, les leviers 2 et 4, dont les pointes *g* sont plus éloignées du disque M, ne pourront être saisis par la came C et resteront dans la position qu'ils occupent, leurs pointes *f* engagées dans l'encoche *e* du ressort R.

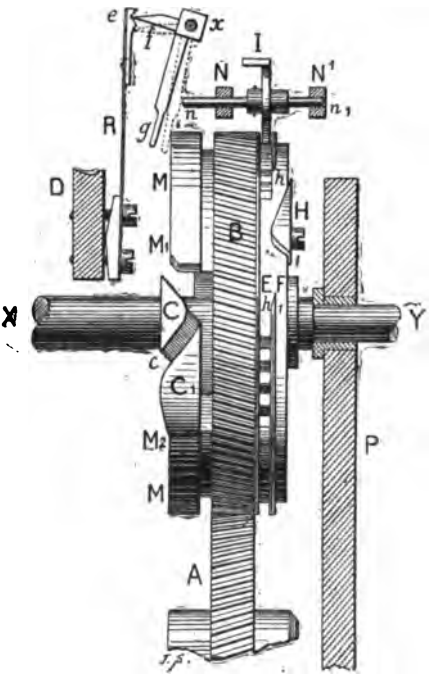


Fig. 200. — Combinateur.

Si les cinq leviers aiguilleurs avaient été dans la situation figurée en pointillé, tous les cinq auraient été saisis par la came C; de même si les cinq leviers avaient été accrochés au ressort R, tous les cinq seraient restés dans cette position.

En face des 5 leviers aiguilleurs se trouve un nouveau jeu de leviers que l'on appelle les *chercheurs*.

Chercheurs. — Les chercheurs se composent de 5 leviers en acier I (fig. 200) I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 (fig. 201) montés sur un cadre commun NN'. Chaque levier porte un axe nn_1 qui lui est propre et qui peut se déplacer latéralement. Les têtes I des leviers s'appuient les unes sur les autres, de sorte que tous ces leviers

Digitized by Google

se commandent sans pouvoir basculer individuellement ; dans le sens latéral, chacun d'eux peut être chassé à droite ou à gauche, sans perdre pour cela son point d'appui sur les autres leviers, les dimensions de la tête I ont été calculées en conséquence.

L'axe de chacun des chercheurs est placé en regard de la branche *g* d'un levier aiguilleur, de sorte que la position latérale d'un chercheur quelconque dépend de celle du levier aiguilleur correspondant. Tout chercheur, situé en regard d'un levier aiguilleur dont la pointe *g* est saisie par la came C, est chassé vers la droite et poussé au-dessus du disque F par l'ouverture hh_1 de la couronne de séparation des deux disques. Tous les chercheurs qui sont au repos se trouvent au-dessus du disque E, tous ceux qui sont rejetés vers la droite sont au-dessus du disque F. Les disques E, F, en tournant, font successivement passer au-dessus des pieds des chercheurs leurs renflements et leurs parties creuses, les pieds des chercheurs s'appuyant sur les renflements et restant suspendus au-dessus des creux ; chacun d'eux est, en effet, retenu par les têtes de ses deux voisins qui l'empêchent de basculer. Mais, derrière le cinquième chercheur, est disposé un sixième levier J, semblable aux autres et nommé *propulseur*. Ce levier J est monté sur le même axe qu'un autre levier LL_1, nommé *levier de déclenchement*. Le levier de déclenchement LL_1 est sollicité à faire basculer le levier propulseur J et, par suite, tous les chercheurs I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, par un ressort-

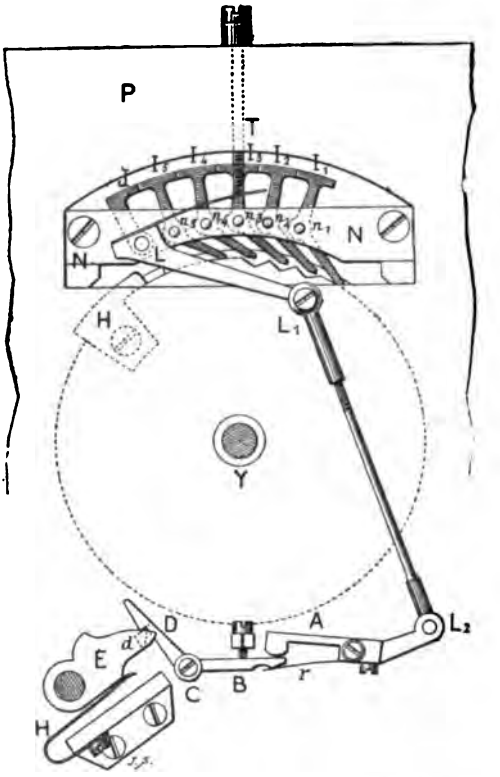


Fig. 201. — Chercheurs et mécanisme de déclenchement.

Digitized by Google

lame pressé par la vis T, engagée dans la platine antérieure P; mais, tant que le pied de l'un quelconque des chercheurs est soutenu par un renflement de l'un des disques E ou F, le mouvement de bascule ne peut se produire. Il faut, pour qu'il s'effectue, que les pieds de tous les chercheurs soient simultanément au-dessus de creux des disques E et F; pendant la révolution du combinateur, il existe *une position et une seule* où ce fait se produit; c'est la combinaison qui a été transmise. Le déclenchement des chercheurs produit mécaniquement l'impression, comme nous le verrons plus loin.

Lorsque les chercheurs ont rempli leur rôle, et dès que l'un d'eux rencontre un renflement (ce qui se produit immédiatement après leur chute) ils sont relevés brusquement. A la fin de la révolution du combinateur, tous ceux qui, du disque E étaient passés sur le disque F sont ramenés sur le disque E par la came de rappel H (fig. 200). Le traducteur est alors prêt à provoquer l'impression d'une nouvelle combinaison.

Impression. — Une bielle $L_1 L_2$ est articulée en L_1 avec le levier de déclenchement LL_1 (fig. 201 et 202); d'autre part, le système imprimeur est calé sur l'axe XY du combinateur et tourne avec lui. Ce système se compose d'une roue d'impression et d'une roue des types. La roue d'impression est un disque d'acier dont la périphérie est garnie de crans laissant libre environ 1/5 de la circonférence qui, en cet endroit, reste unie. La roue des types, également en acier, porte sur sa tranche, en relief, les lettres, les chiffres et les signes de ponctuation, les lettres alternant de deux en deux avec les chiffres et les signes de ponctuation. A la partie lisse de la roue d'impression correspond une partie lisse de la roue des types. Les lettres et les chiffres occupent sur cette roue les 31/40 de la circonférence.

Ces deux roues sont montées sur un double manchon qui permet à la roue des types de se déplacer d'un angle déterminé par rapport à la roue d'impression. Les caractères de la roue des types sont constamment imbibés d'encre oléique par un tampon encreur dont la disposition n'offre rien de particulier. Le double manchon qui porte la roue d'impression et la roue des types est enfilé sur l'axe du combinateur et y est maintenu en avant par une rondelle et une vis; il est entraîné au moyen d'un *toc d'entraînement* T, serré sur l'axe par une vis, et d'un ressort R qui, fixé sur la roue d'impression, s'engage dans une encoche *t* pratiquée dans l'extrémité du toc. L'ensemble de la roue d'impression et de la roue des types est donc animé de la même vitesse que le combinateur.

Digitized by Google

On peut concevoir qu'au moment précis où la combinaison transmise passe au-dessous des pieds des chercheurs et, par conséquent, au moment où la chute de ceux-ci se produit, la lettre correspondante de la roue des types passe au point exact où doit se produire l'impression. Au moment où le levier LL_1 bascule (fig. 201), la bielle L_1L_2 (fig. 201 et 202) agit sur la *pédale de déclenchement* A; celle-ci est soulevée et, au moment où la bielle L_1L_2 se relève, frappe sur la tige B du levier BD, emprisonnée entre la pédale A et son ressort *r*. Le levier BD, mobile autour de l'axe C, se termine en D par un cliquet qui, normale-

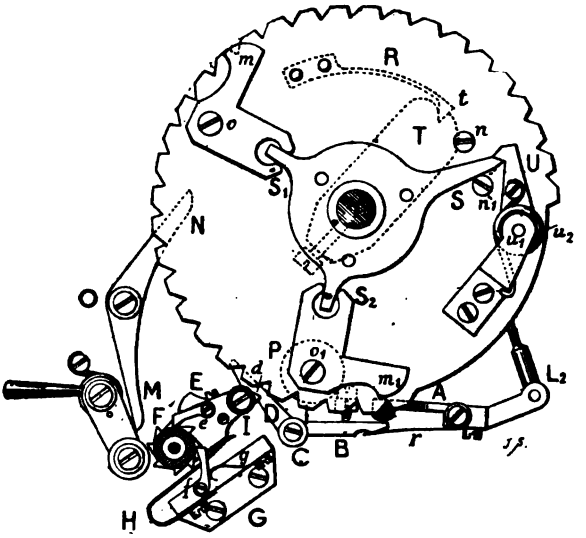


Fig. 202. — Mécanisme d'impression.

ment, prend son point d'appui sur une goupille *d*, située en arrière de la came d'impression E.

La came E est montée sur un axe qui porte en même temps le *cylindre-rochet d'entraînement du papier* F; un *cliquet d'entraînement e*, monté sur la came, sert à faire tourner le cylindre-rochet, de droite à gauche, pour entraîner la bande de papier; un *cliquet de retenue f*, monté sur une pièce séparée G, empêche le cylindre-rochet de reculer; ce cliquet est commandé par le ressort *g*. La came porte aussi le *cylindre-tampon imprimeur* I sur lequel passe la bande de papier et qui viendra prendre contact avec le caractère de la roue des types à imprimer. Avant et après son passage sur le cylindre-tampon imprimeur,

Digitized by Google

la bande passe sur des guides-papier qui n'ont pas été figurés pour ne pas compliquer notre dessin; elle s'engage sur la portion centrale du cylindre-rochet qui est lisse, sous le *cylindre compresseur de papier* et traverse enfin une assez longue gouttière qui forme le dernier guide-papier.

La came E est sollicitée à se relever par le ressort recourbé H; d'autre part, elle est maintenue à l'arrêt par le crochet D de la tige BD qui est en prise avec la goupille *d*.

Lorsque le choc de la pédale A a fait déclencher le levier BD, la came E devient libre et remonte sous l'effort du ressort H. La pointe de cette came s'engage dans l'un des crans de la roue d'impression et, pendant un instant, suit le mouvement de cette roue. Pendant cet instant, le cliquet *e*, mordant dans le rochet F, a fait avancer la bande de papier (le cliquet *f* sautant par-dessus la denture); le cylindre-tampon imprimeur a été mis en contact avec le caractère à imprimer de la roue des types et la came a été dégagée du cran de la roue d'impression qui continue sa révolution; mais, dans son mouvement d'ascension, la came E s'est appuyée sur le *levier de rappel* MON, mobile autour de l'axe O, la partie M s'est éloignée de la roue d'impression, la partie N s'en est rapprochée, si bien que, lorsque la came E a produit l'impression, le galet P de la roue d'impression se présente sous la pointe N du levier de rappel. Ce galet chassant la pointe N, la pointe M agit par pression sur la came E et la force à rétrograder, jusqu'à ce que la goupille *d* soit de nouveau engagée sous le crochet D, ce qui immobilise la came jusqu'à un nouveau déclic.

Pendant ce mouvement de recul de la came, le cliquet *e* a sauté par-dessus les dents du cylindre-rochet que le cliquet *f* a empêché de reculer.

Impression des lettres ou des chiffres. — Si on se reporte au dispositif d'inversion de l'appareil Hughes, on comprendra facilement celui de l'appareil Baudot. Nous avons dit que la roue d'impression et la roue des types étaient montées sur un double manchon; le manchon intérieur appartient à la roue d'impression, le manchon extérieur à la roue des types. Sur le manchon de la roue des types est fixée la pièce à trois branches S S_1 S_2. Le cliquet U, monté sur l'axe u_1, appartenant à la roue d'impression, est sollicité par le ressort à boudin u_2; il maintient la pointe S appliquée contre la butée *n* ou contre la butée n_1; le passage d'une butée à l'autre correspond pour la pièce S S_1 S_2 et pour la roue des types qui en est solidaire, à un déplacement de 1/80 de circonférence.

Digitized by Google

Les branches S_1, S_2 s'engagent respectivement entre les griffes de deux pièces en acier m, m_1, mobiles autour des axes o, o_1. Les têtes m, m_1 de ces pièces sont placées en regard de deux crans déterminés de la roue d'impression, et, lorsque l'un des crans est obstrué par l'une des pièces, l'autre cran reste à découvert. Les deux crans en regard desquels se trouvent les pièces m et m_1 correspondent aux combinaisons qui représentent le *blanc des lettres* et le *blanc des chiffres*.

Supposons que, pour le moment, la position de la roue des types soit telle que la série des lettres se présente à l'impression. Lorsque la combinaison *blanc des chiffres* aura été envoyée par le manipulateur, esquissée par les relais, emmagasinée et traduite par le traducteur, la tête de la pièce m se présentera en regard de la pointe de la came E, au moment du déclenchement de celle-ci; sa pointe, en s'engageant dans le cran de la roue d'impression chassera la pièce m qui l'obstrue et forcera la pièce S S_1 S_2, ainsi que la roue des types, à basculer de 1/80 de circonférence. La série des chiffres se présentera à l'impression. Un mouvement inverse, provoqué par la transmission de la combinaison *blanc des lettres*, amènerait un mouvement de bascule, en sens inverse, de 1/80 de circonférence, et provoquerait de nouveau l'impression des lettres.

Installation des postes. — Installation double. — Les installations Baudot se font sur des tables auxquelles des bâtis en fer servent de pieds. Les dimensions de ces bâtis sont : hauteur, 0,97 mètre; longueur, 0,70 mètre; largeur, 0,55 mètre. Les tables ont, suivant le type, 0,85 ou 0,95 mètre de longueur sur 0,70 mètre de largeur; elles sont munies d'un *appuie-pieds articulé*.

Les accessoires d'une table de manipulation sont :
La pédale avec son crochet de pédale;
Un taquet d'arrêt de pédale;
Un avertisseur Hughes avec support;
Une plaque de tôle pour appui de moteur;
Un appuie-pieds articulé;
Un pique-notes;
Une canalisation en tôle.
Une table de manipulation avec ses appareils montés comprend :
La table avec ses accessoires;
Un socle-moteur à poids;
Un traducteur;
Un manipulateur;
Quatre plaques de plomb pour le poids moteur;

Digitized by Google

Trois sections de câble à 7 conducteurs (de 1,75 à 5 mètres)
Vingt fourchettes de communication.

Les accessoires d'une table de distributeur double comprennent :

Si le moteur est à poids :
La pédale avec son crochet de pédale;
Un taquet d'arrêt de pédale;
Un avertisseur Hughes avec support;
Une plaque de tôle pour appui de moteur;
Un appuie-pieds articulé;
Une tablette support de Morse;
Six bornes de communication;
Une monture de rhéostat fixe à écrou;
Une canalisation en tôle pour distributeur;
Une canalisation montante.

Si le moteur est un moteur électrique agissant directement sur le distributeur :
Une tablette support de Morse;
Sept bornes de communication;
Une monture de rhéostat fixe à écrou;
Une canalisation en tôle pour distributeur;
Une canalisation montante;
Un appuie-pieds articulé.

Une table de distributeur double avec ses appareils montés comprend :
Une table avec ses accessoires;
Un socle-moteur électrique ou à poids;
Un relais;
Quatre bobines pour rhéostat fixe à écrou;
Un distributeur à 13 contacts avec ses communications;
Un manipulateur Morse;
Un récepteur Morse;
Un paratonnerre à bobine avec commutateur;
Un galvanomètre de poste;
Quatre plaques de plomb pour poids moteur.

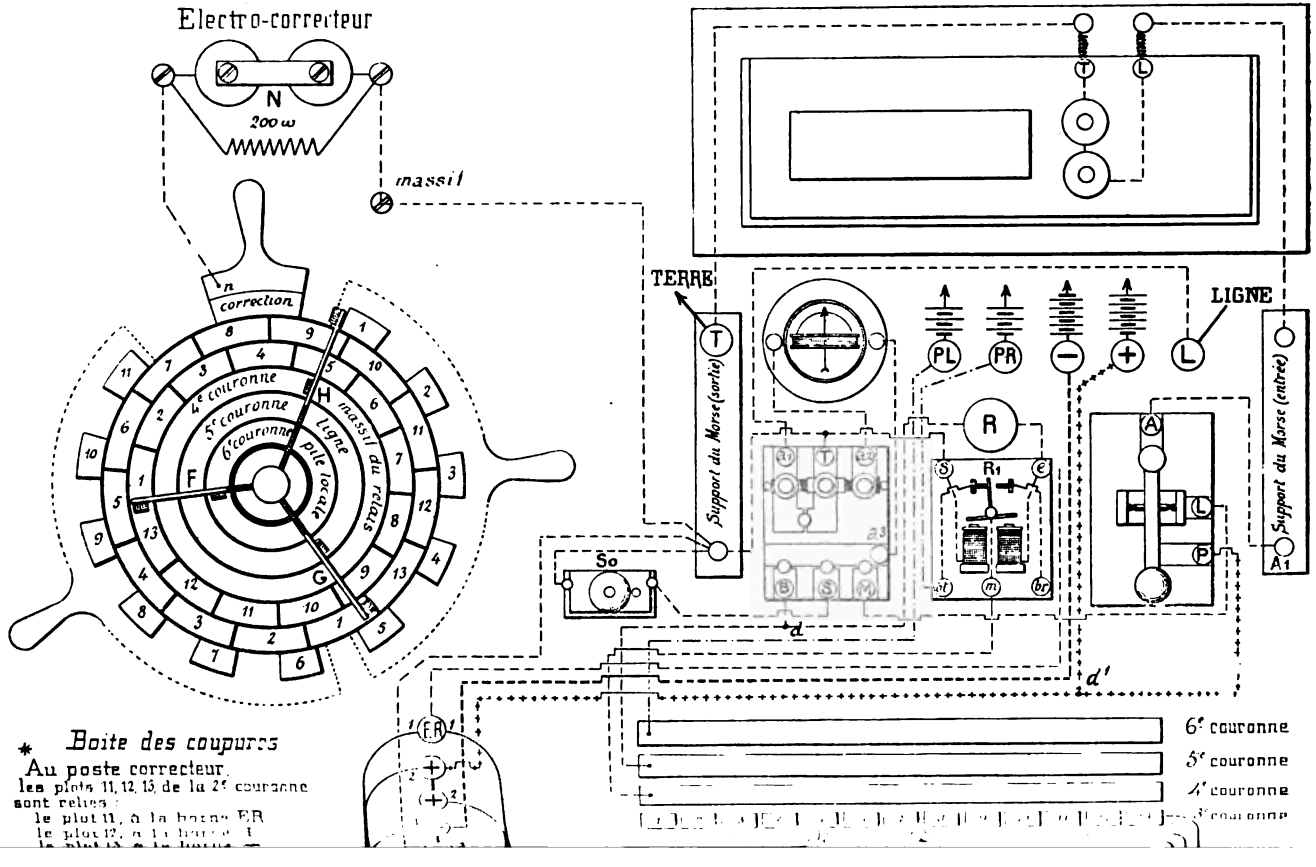
Si le moteur est électrique, l'installation comporte, en outre, un rhéostat circulaire pour le moteur.

La figure 203 montre une installation double, dans laquelle le second manipulateur et le second traducteur ne sont qu'indiqués, mais où leurs communications sont représentées.

Le fil de ligne arrive à la borne L; pour n'y plus revenir, nous le suivrons à travers le circuit de la sonnerie et à travers le circuit de l'appareil Morse. Le paratonnerre à bobine permet,

Digitized by Google

Digitized by Google



* *Boite des coupures*

Au poste correcteur
les plots 11, 12, 13, de la 2e couronne
sont reliés :
le plot 11, à la borne FR
le plot 12, à la borne 1

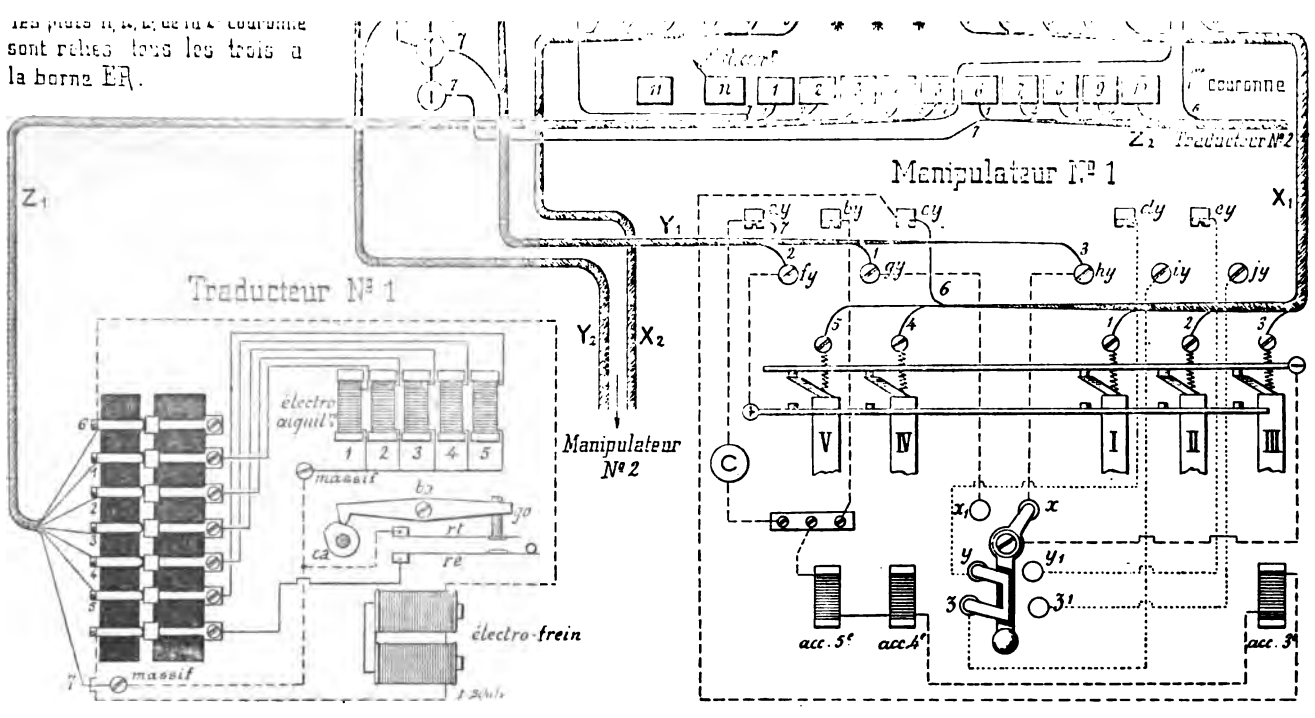


Fig. 203. — Appareil Baudot. — Installation double.

Digitized by Google

Digitized by Google

par sa lame transversale et par les plots B, S, M de mettre le fil de ligne en relation avec l'appareil Baudot (borne B), avec une sonnerie (borne S), ou avec l'appareil Morse (borne M). En effet, de la borne L, les courants venant de la ligne vont à la borne a_1 du paratonnerre, traversent le fil préservateur, ressortent par la borne a_2 pour se rendre au galvanomètre et rentrent dans le commutateur par la borne a_3. Suivant que la cheville du commutateur est placée en B, en S ou en M, ces courants sont dirigés sur l'appareil Baudot, sur la sonnerie S*o*, à la terre d'autre part, ou sur l'appareil Morse. Lorsque la cheville est en M, les courants se rendent à la borne L du manipulateur Morse, en ressortent par la borne A et passent à la borne A_1 du support du récepteur. Cette borne est reliée à la borne L du récepteur, dont la borne T est à la terre par la borne T du support opposé. La borne T du paratonnerre est également à la terre. Le manipulateur Morse, par sa borne P, reçoit le courant fourni par la pile attachée à la borne (+) de la table.

Lorsque la cheville du commutateur est en B, le fil de ligne est relié à la 5e couronne du distributeur; mais du point *d* il envoie, pour le contrôle local, une dérivation à travers le rhéostat R et le relais R_1. Ce fil de dérivation est attaché à la borne *e* du relais, tandis que la borne *s* est reliée à la terre; les bobines sont comprises dans ce circuit.

La pile (+) est attachée d'une part à la borne P du manipulateur Morse; de l'autre, aux deux bornes (+) de la *boîte des coupures;* ces bornes sont reliées ensemble. La boîte des coupures, constituée par des réglettes en bois garnies de plots métalliques et de bornes de serrage, est en quelque sorte le nœud de liaison des différents câbles à 7 conducteurs et des communications qui y aboutissent.

La pile (—) est reliée aux deux bornes (—) de la boîte des coupures; ces bornes sont réunies ensemble.

La borne PR qui reçoit la pile du relais R_1 est en communication avec la borne *bt* (butoir de travail) de ce relais.

La borne PL qui reçoit la pile locale est en relation avec la 6e couronne du distributeur.

Nous connaissons déjà les connexions des bornes *bt*, *s* et *e* du relais R_1, mais, de la borne *e*, part aussi un fil qui aboutit à la borne ER (entrée du relais) de la boîte des coupures. En outre, le massif *m* communique avec la 4e couronne du distributeur; la borne *br* (butoir de repos) reste isolée.

Enfin, les bornes T du récepteur Morse, de la sonnerie, du paratonnerre, ainsi que le massif du distributeur et les massifs

Digitized by Google

des traducteurs sont reliés aux bornes T de la boîte des coupures; ces bornes sont mises à la terre.

De chacun des manipulateurs partent deux câbles à 7 conducteurs; de chacun des traducteurs part un seul câble à 7 conducteurs.

Le câble X_1 du manipulateur n° 1 a ses conducteurs 1, 2, 3, 4, 5, attachés aux touches I, II, III, IV, V; le conducteur 6 est relié au plot *cy*, le conducteur 7 reste sans emploi. A l'autre extrémité, les conducteurs 1, 2, 3, 4, 5, sont reliés aux plots 1, 2, 3, 4, 5 de la 2e couronne du distributeur, le conducteur 6 au plot 13 de la 3e couronne.

Le câble Y_1 du manipulateur n° 1 a son fil 1 relié au plot *gy*, son fil 2 au plot *fy*, son fil 3 au plot *hy*, son fil 7 au plot *ay;* les autres conducteurs sont sans emploi. A l'autre extrémité, ces quatre conducteurs sont reliés à la boîte des coupures, savoir ; le fil 1 à la borne ER (entrée du relais), le fil 2 à l'une des bornes (+), le fil 3 à l'une des bornes (—), le fil 7 à l'une des bornes T.

Pour le câble Y_2 du manipulateur n° 2, les liaisons sont les mêmes; mais pour le câble X_2, les 5 conducteurs 1, 2, 3, 4, 5, reliés d'une part aux 5 touches I, II, III, IV, V, le sont, de l'autre, aux plots 6, 7, 8, 9, 10 de la 2e couronne du distributeur, et le fil 6 au plot 5 de la 3e couronne.

Le câble Z_1 du traducteur n° 1 a ses fils 1, 2, 3, 4, 5 respectivement reliés à l'entrée des bobines de 5 électro-aiguilleurs, le fil 6 à l'entrée des bobines de l'électro-frein, le fil 7 au massif; à l'autre bout, ces conducteurs sont reliés : les fils 1, 2, 3, 4, 5 aux plots 1, 2, 3, 4, 5 de la 1re couronne du distributeur, le fil 6 aux plots 2-3 de la 3e couronne, le fil 7 aux bornes T de la boîte des coupures.

Les communications du câble Z_2 du traducteur n° 2 sont les mêmes à l'intérieur de cet appareil, mais les fils 1, 2, 3, 4, 5 aboutissent aux plots 6, 7, 8, 9, 10 de la 1re couronne, le fil 6 aux plots 7-8 de la 3e couronne, et le fil 7 aux bornes T de la boîte des coupures.

L'électro-correcteur du distributeur communique, d'un côté, en *n*, avec le secteur de correction (1re couronne), de l'autre avec le massif et la terre par la borne T de la boîte des coupures.

Pendant la manipulation, le commutateur du manipulateur a sa manette placée comme sur la figure 203. Les plots de repos des touches (équerre-butoir postérieure) sont en relation avec la pile négative par l'axe de la manette de ce commutateur, les plots *x*, *hy*, le fil 3 du câble Y_1, la borne (—) de la boîte des cou-

Digitized by Google

pures, la borne (—) de la table. Les contacts de travail des touches (équerre-butoir antérieure) sont en relation avec la pile positive par le plot *fy*, le fil 2 du câble Y_1, la borne (+) de la boîte des coupures, la borne (+) de la table.

Au moment où le bras porte-balais F du distributeur (1) passe au-dessus du secteur 13 de la 3e couronne, la paire de balais F réunit ce secteur à la 6e couronne (pile locale). Le courant de la pile locale passe par le secteur 13 de la 3e couronne, le fil 6 du câble X_1, le plot *cy*, les électro-accrocheurs, le frappeur de cadence (ou le récepteur téléphonique, suivant le modèle du manipulateur), le plot *ay*, le fil 7 du câble Y_1, la borne T, et se perd à la terre.

Le frappeur de cadence a indiqué à l'employé manipulant que la ligne est à sa disposition; les électro-accrocheurs ont permis aux touches III, IV, V, de se relever; tout est prêt pour que la combinaison à transmettre soit lancée sur la ligne.

A ce moment, en effet, les balais G vont s'engager sur les secteurs 1, 2, 3, 4, 5 de la 2e couronne, et mettre successivement ces secteurs en relation avec la 5e couronne (ligne). A ce moment aussi, les balais du bras H passeront successivement sur les contacts 1, 2, 3, 4, 5 de la 1re couronne et mettront ainsi le traducteur n° 1, relié à ces contacts, en relation avec le massif du relais (4e couronne), ce qui assurera le contrôle local.

Les cinq courants de la combinaison préparée par le manipulateur n° 1 se succèdent sur la ligne, au fur et à mesure du passage des balais G sur les contacts 1, 2, 3, 4, 5 de la 2e couronne. Ils y vont par la 5e couronne, le point *d*, le paratonnerre (B, a_3, galvanomètre a_2, a_1) et la borne L. Mais, au point *d*, une partie de chacun de ces courants se dirige vers le rhéostat R, pénètre dans le relais R_1 par la borne *e*, traverse les bobines, ressort par la borne *s* et se perd à la terre. Suivant que ces courants sont positifs ou négatifs, le relais est orienté sur son butoir de travail ou sur son butoir de repos. Lorsqu'il est orienté sur son butoir de travail, la pile PR est mise en communication avec le massif *m* et avec la 4e couronne du distributeur. A ce moment, la paire de balais H parcourt les secteurs 1, 2, 3, 4, 5 de la 1re couronne et la partie de la 4e couronne située en regard de ces secteurs. Le courant de la pile du relais sera donc réparti

(1) Nous recommandons à ceux de nos lecteurs qui voudront suivre la marche des balais de découper, dans une carte de visite, une figure semblable à celle des bras porte-balais et de la reporter sur nos dessins. En faisant tourner cette figure autour de son centre, pour chaque cas particulier, on se rend facilement compte de la position des trois paires de balais par rapport aux différents secteurs des plateaux du distributeur.

Digitized by Google

successivement dans les 5 électro-aiguilleurs du traducteur n° 1, rattachés aux secteurs 1, 2, 3, 4, 5 de la 1re couronne ; le circuit de cette pile est fermé par la liaison commune de la sortie des bobines des cinq aiguilleurs avec le massif du traducteur, relié lui-même à la terre.

Lorsque le relais R_1 est orienté sur son butoir de repos, le circuit de la pile de relais n'est pas fermé, les bobines des aiguilleurs ne sont traversées par aucun courant.

Pour tous les courants positifs émis par le manipulateur, le relais est orienté sur son butoir de travail ; pour tous les courants négatifs, il est orienté sur son butoir de repos. Par conséquent, pour tous les courants positifs émis, les armatures des aiguilleurs seront attirées ; pour tous les courants négatifs, elles resteront au repos ; et, si nous prenons comme exemple la combinaison + — + + —, pour laquelle les touches 1, 3, 4 du manipulateur ont été abaissées, les armatures des aiguilleurs 1, 3, 4 seront attirées, et celles des aiguilleurs 2 et 5 resteront au repos. La position de ces aiguilleurs détermine celle des chercheurs, et, en se reportant au fonctionnement mécanique du traducteur, on voit que la combinaison + — + + —, autrement dit la lettre C (ou le chiffre 9), est imprimée. Elle est imprimée au départ comme moyen de contrôle ; nous allons voir comment elle le sera à l'arrivée.

Les courants que nous avons abandonnés à la borne L, pour suivre leur dérivation locale, traversent la ligne ; au poste d'arrivée, ils pénètrent par la borne L. La manette du commutateur du manipulateur est dans la position de réception, c'est-à-dire qu'elle a été repoussée vers la droite et repose sur les contacts x_1, y_1, z_1.

Après avoir suivi le trajet L, a_1, a_2, galvanomètre, a_3, B, les courants successifs arrivent en d où ils se bifurquent ; d'une part, ils passent par le rhéostat R, la borne e du relais R_1, les bobines, la borne s et la terre ; de l'autre, ils vont à la 5e couronne du distributeur. Si le synchronisme est bien réglé entre le poste d'arrivée et le poste de départ, les balais H, au moment précis où les courants venant de la ligne pénètrent dans le poste d'arrivée, parcourent les secteurs 1, 2, 3, 4, 5 de la 1re couronne et les courants de la pile du relais sont dirigés sur les aiguilleurs du traducteur n° 1, de la même manière que pour le contrôle local du poste de départ. Si nous suivons la portion principale du courant, nous verrons qu'elle aussi actionne le relais. En effet, le point d est relié à la 5e couronne, et, au moment où les balais H mettent en relation la 4e couronne avec le secteur 1 de la 1re, les balais G mettent en

Digitized by Google

relation la 5e couronne avec le secteur 1 de la 2e couronne (manipulateur). En traversant successivement les secteurs 1, 2, 3, 4, 5 de la 2e couronne, les courants formant la combinaison transmise arrivent aux touches I, II, III, IV, V du manipulateur n° 1. Ces touches sont appuyées sur leurs contacts de repos, mais l'équerre-butoir postérieure ne communique plus avec la pile négative, par suite de l'orientation nouvelle de la manette du manipulateur, qui, maintenant, repose sur les plots x_1, y_1, z_1. Des cinq touches du manipulateur, les courants de ligne vont, par l'équerre-butoir postérieure, à l'axe de la manette du manipulateur, aux plots x_1, gy, à la borne ER par le fil 1 du câble Y_1, de la borne ER à la borne *e* du relais R_1, traversent les bobines et se rendent à la la terre par la borne *s*. Le relais est donc actionné simultanément par le courant principal et par sa dérivation. L'action de ce relais sur le traducteur est exactement la même que celle que nous avons décrite pour le contrôle local.

Il convient d'envisager le cas où il n'y aurait pas concordance entre le distributeur du poste de départ et celui du poste d'arrivée. C'est ici qu'intervient la *correction*. Au poste correcteur, les plots 11, 12, 13 de la 2e couronne sont reliés :

Le plot 11 à la borne ER (entrée du relais) de la boîte des coupures;

Le plot 12 à la borne (+) de la boîte des coupures;

Le plot 13 à la borne (—) de la boîte des coupures.

En outre, la communication *n* de l'électro-correcteur avec le secteur de correction est détachée, de sorte que l'électro-aimant N est hors circuit.

Au poste corrigé, les plots 11, 12, 13 de la 2e couronne sont tous les trois reliés à la borne ER de la boîte des coupures.

Au moment où les balais G passent sur les secteurs 11, 12, 13 de la 2e couronne, la ligne est libre, puisque les secteurs de 1 à 10 sont seuls affectés aux transmissions et aux réceptions. Mais en passant successivement sur ces trois secteurs, les balais G mettent la ligne en communication :

Au poste correcteur : avec le massif du relais (secteur 11), avec la pile positive (secteur 12), avec la pile négative (secteur 13);

Au poste corrigé : avec le massif du relais (secteurs 11, 12, 13).

Lorsque les balais H se trouvent sur le secteur *correction* en même temps que les balais G sur le secteur 12, une émission de courant positive est envoyée sur la ligne par le poste correcteur, Au poste corrigé, le circuit de l'électro-correcteur est fermé. En effet, le relais R_1 a été orienté sur son butoir de travail par

Digitized by Google

le courant positif venant de la ligne et agissant directement ainsi que par la dérivation. Le massif du relais a été mis en communication avec la pile locale par le butoir de travail, et le courant de cette pile, passant par la couronne 4, les balais H et le secteur de correction, actionne l'électro-correcteur dont l'armature est attirée. Mais, de ce que l'électro-correcteur laisse émerger sa goupille d'arrêt (voir la description des organes de correction), il ne s'ensuit pas qu'il y ait correction. Tout dépend de la position de l'étoile de correction au moment où la goupille s'engage entre ses dents. Si, en effet, il y a concordance entre les mouvements des bras porte-balais des deux distributeurs, la goupille s'engagera entre deux dents de l'étoile sans en rencontrer les branches. Il n'y avait pas lieu à correction, et la correction ne s'est pas effectuée. Si, au contraire, le distributeur d'arrivée avance sur le distributeur de départ, la goupille rencontre une des dents de l'étoile, la chasse et fait rétrograder le bras porte-balais trop avancé.

Dès que le bras G du distributeur du poste correcteur s'est engagé sur le secteur 13, un courant négatif lancé sur la ligne, dans les mêmes conditions que le courant positif précédent, oriente le relais sur son butoir de repos et l'empêche de continuer à actionner l'électro-correcteur.

La goupille a d'ailleurs été rejetée en arrière par le passage de la came de rappel, ce qui a ramené l'armature au repos.

Le synchronisme entre le distributeur et les traducteurs est maintenu par le jeu de l'électro-frein qui, lorsqu'il fonctionne, ralentit la marche du traducteur auquel il est associé.

Par le plot 6 du traducteur et le fil 6 du câble Z_1, l'électro-frein est en relation avec les plots 2-3 de la couronne n° 3, s'il s'agit du traducteur n° 1, et avec les plots 7-8 de la même couronne s'il s'agit du traducteur n° 2. Par le massif du traducteur, le fil 7 du câble Z_1 et la borne T de la boîte des coupures, l'électro-frein est en relation avec la terre. Il s'ensuit que lorsque les balais F passent au-dessus des plots 2-3 de la 3e couronne, ils doivent lancer dans l'électro-frein du traducteur n° 1 le courant de la pile locale reliée à la 6e couronne. De même, pour le traducteur n° 2, le passage du courant local dans l'électro-frein coïnciderait avec le passage des balais au-dessus des plots 7-8 de la 3e couronne. Mais, dans l'un comme dans l'autre des électro-freins, le circuit est ouvert entre les ressorts *re*, *rt*, ce n'est que par la pression du balancier *ba* que les ressorts *re*, *rt* sont mis en contact et que le circuit est fermé. Cette liaison des deux ressorts a lieu lorsque, en exécutant sa

Digitized by Google

révolution, la pointe de la came *ca* passe sous le bec du balancier *ba* et force sa goupille *go* à abaisser le ressort *rt*, jusqu'à ce qu'il rencontre le ressort *re*. La position de la came *ca* est réglée pour chacun des traducteurs, de façon qu'elle exerce son action au moment du passage des balais sur les plots 2-3 de la 3e couronne pour le traducteur n° 1 et sur les plots 7-8 pour le traducteur n° 2.

Installation quadruple. *Commutateur multiple.* — Comme l'installation double, l'installation quadruple possède un paratonnerre à fil préservateur, un galvanomètre, un manipulateur et un récepteur Morse. Nous n'avons pas représenté ces accessoires, dont nous avons déjà étudié le montage, pour ne pas compliquer outre mesure la figure 205, déjà si surchargée de détails.

Dans l'installation quadruple, nous trouvons un instrument dont nous n'avons encore pas parlé; c'est le *commutateur multiple* ou *commutateur à broches*, dont la figure 204 représente une coupe transversale.

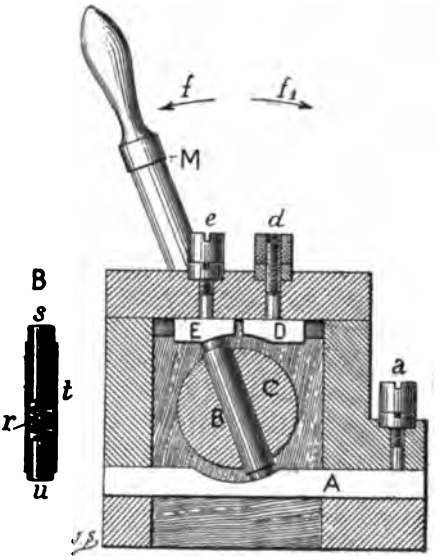


Fig. 204. — Commutateur multiple ou à broches.

Un cylindre en buis C tourillonne entre les deux faces latérales d'une boîte en bois et, à l'une de ses extrémités, est commandé par une manette M, qui permet de le faire tourner autour de son axe, d'environ 15 à 20°, dans le sens de la flèche *f* ou dans le sens de la flèche *f*'. Le cylindre C est traversé par 7 ou 10 broches en laiton B (suivant le modèle) qui sont isolées les unes des autres et, de part et d'autre, font saillie hors du cylindre. Chaque broche se compose de deux pièces : un tube en laiton *t*, fermé à un bout par un bouchon en bronze *u*, un piston *s*, en bronze, qui porte un épaulement sur lequel est placé le ressort à boudin *r*. On obtient ainsi l'élasticité nécessaire pour assurer de bons contacts avec les plots fixes. En regard de ces broches sont disposés, sur la face supérieure et sur le socle de la boîte, des

Digitized by Google

contacts en bronze garnis de bornes. A la partie inférieure, les contacts A sont d'une seule pièce; à la partie supérieure les contacts E, D sont isolés l'un de l'autre. En faisant basculer la manette dans le sens de la flèche *f*, on met A en communication avec E; en faisant basculer la manette dans le sens de la flèche f_1, on met A en communication avec D. Les bornes *a* reçoivent les conducteurs à permuter, aux bornes *e*, *d* sont reliés les appareils ou les organes avec lesquels les bornes *a* doivent éventuellement communiquer. Suivant que le commutateur est à 7 ou à 10 broches, les bornes *a*, *e*, *d* sont, dans chaque sorte, au nombre de 7 ou de 10.

Les accessoires d'une table de distributeur quadruple sont les mêmes que ceux de la table de distributeur double, seulement la table comporte huit bornes.

Avec ses appareils montés, la table comprend :

Un socle-moteur à poids avec ses accessoires;

Deux relais à bobines simples;

Trois relais à bobines différentielles;

Un distributeur à 24 contacts;

Un commutateur multiple;

Quatre bobines de 3000 ohms pour rhéostat fixe.

Quatre plaques de plomb.

Les communications des fils extérieurs avec les bornes d'entrée sont nettement indiquées par la figure 205.

Les communications intérieures sont les suivantes :

La borne L est reliée :

1° Directement à la 5e couronne (plateau postérieur);

2° A la borne EC du relais de contrôle, en passant par le rhéostat de dérivation de contrôle R.

La borne (+) est reliée aux bornes (+) de la boîte des coupures, avec dérivation sur le plot 23 de la 2e couronne (plateau postérieur). Cette dérivation sur le plot 23 n'existe que dans le poste correcteur; elle est supprimée dans le poste corrigé.

La borne (—) est reliée aux bornes (—) de la boîte des coupures, avec dérivation sur le plot 24 de la 2e couronne (plateau postérieur). Cette dérivation sur le plot 24 n'existe que dans le poste correcteur; elle est supprimée dans le poste corrigé.

Dans les postes corrigés les plots 21, 22, 23, 24 de la 2e couronne sont reliés à un plot supplémentaire ER placé, pour les commodités du service, sur la table, mais qui communique avec le plot ER de la boîte des coupures; ce plot n'a pas été figuré.

La borne P1 est reliée :

1° A la borne P1 du commutateur multiple;

Digitized by Google

2° A la borne P1 du relais de contrôle.

La borne P2 est reliée à la 6° couronne (plateau postérieur).

La borne P3 est reliée :

1° A la borne P3 du commutateur multiple;

2° A la sortie des bobines de l'électro-correcteur.

Dans le poste correcteur l'entrée des bobines de l'électro-correcteur est isolée; dans le poste corrigé elle est reliée au plot 2 de la 10° couronne (plateau antérieur).

La borne P4 est reliée au plot P4 du commutateur multiple.

La borne T est reliée aux bornes T de la boîte des coupures.

Les bornes S de tous les relais sont à la terre.

La borne MC du relais de contrôle est reliée aux bornes MC de la boîte des coupures.

Les bornes ER, BR, BT, MA, BA, M, EA des récepteurs n°s 1 et 2 et des aiguilleurs n°s 1 et 2 sont reliées à leurs homonymes du commutateur multiple, les bornes des n°s 1 à la série supérieure, les bornes des n°s 2 à la série inférieure.

Le récepteur 2 et l'aiguilleur 2 forment un groupe de rechange destiné à suppléer au besoin le récepteur 1 et l'aiguilleur 1 par une simple manœuvre de la manette du commutateur multiple. Ces organes sont placés à demeure sur la table du distributeur, c'est à ce titre seulement que nous en avons reproduit le dessin.

Les plots 7 et 10 du commutateur multiple sont reliés, le premier à la couronne 7, le second au plot 1 de la couronne 10 (plateau antérieur).

Les manipulateurs 1, 2, 3, 4, sont reliés : 1° par leurs câbles X_1, X_2, X_3, X_4, aux couronnes 2, 3 et 4, savoir :

Manipulateur 1 :

Touche 1 avec plot 1 (2e couronne);
Touche 2 — 2 —
Touche 3 — 3 —
Touche 4 — 4 —
Touche 5 — 5 —
Plot *cy* fil 6 avec plot 23 (3e couronne).
Plot *dy* fil 7 avec plot 1 (4e couronne).

Manipulateur 2 :

Touche 1 avec plot 6 (2e couronne);
Touche 2 — 7 —
Touche 3 — 8 —
Touche 4 — 9 —
Touche 5 — 10 —
Plot *cy*, fil 6 avec plot 4 (3e couronne).
Plot *dy*, fil 7, avec plot 2 (4e couronne).

Digitized by Google

Manipulateur 3 :
Touche 1 avec plot 11 (2e couronne);
Touche 2 — 12 —
Touche 3 — 13 —
Touche 4 — 14 —
Touche 5 — 15 —
Plot *cy*, fil 6, avec plot 9 (3e couronne).
Plot *dy*, fil 7, avec plot 3 (4e couronne).
Manipulateur 4 :
Touche 1 avec plot 16 (2e couronne);
Touche 2 — 17 —
Touche 3 — 18 —
Touche 4 — 19 —
Touche 5 — 20 —
Plot *cy*, fil 6, avec plot 14 (3e couronne).
Plot *dy*, fil 7, avec plot 4 (4e couronne).

2° Par leurs câbles Y_1, Y_2, Y_3 Y_4 à la boîte des coupures et à la 11e couronne, savoir :

Plot *gy*, fil 1, avec borne ER et, de là, avec ER du commutateur multiple et avec les plots 21-22 de la 2e couronne (poste correcteur) ou les plots 21-22-23-24 de la 2e couronne (poste corrigé).

Plot *fy*, fil 2, avec borne (+) et la pile +.

Plot *hy*, fil 3 avec borne (—) et la pile —.

Plot *ey*, fil 4, avec le plot 1 de la 11e couronne pour le manipulateur 1.

Plot *ey*, fil 4, avec le plot 2 de la 11e couronne pour le manipulateur 2.

Plot *ey*, fil 4, avec le plot 3 de la 11e couronne pour le manipulateur 3.

Plot *ey*, fil 4, avec le plot 4 de la 11e couronne pour le manipulateur 4.

Plot *jy*. fil 5, avec borne MA et de là avec MA du commutateur multiple.

Plot *iy*, fil 6, avec borne MC et, de là, avec MC du relais de contrôle.

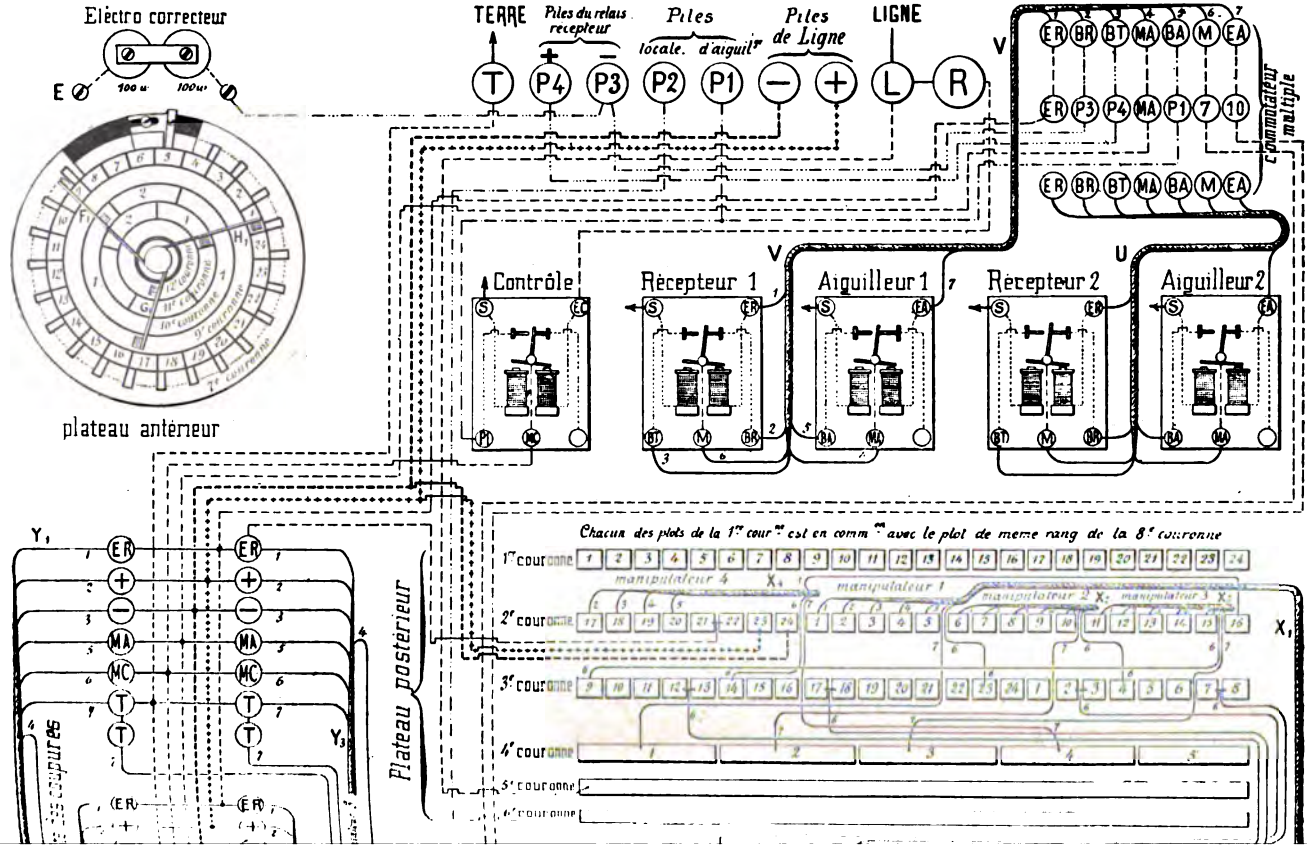
Plot *ay*, fil 7, avec la borne T et la terre.

Les traducteurs sont reliés par leurs câbles Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 à la 8e couronne (plateau antérieur), à la 3e couronne (plateau postérieur), et à la boîte des coupures, savoir :

Traducteur 1 :
Fil 1 (aiguilleur 1) avec le plot 1 de la 8e couronne.
Fil 2 (aiguilleur 2) — 2 —

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

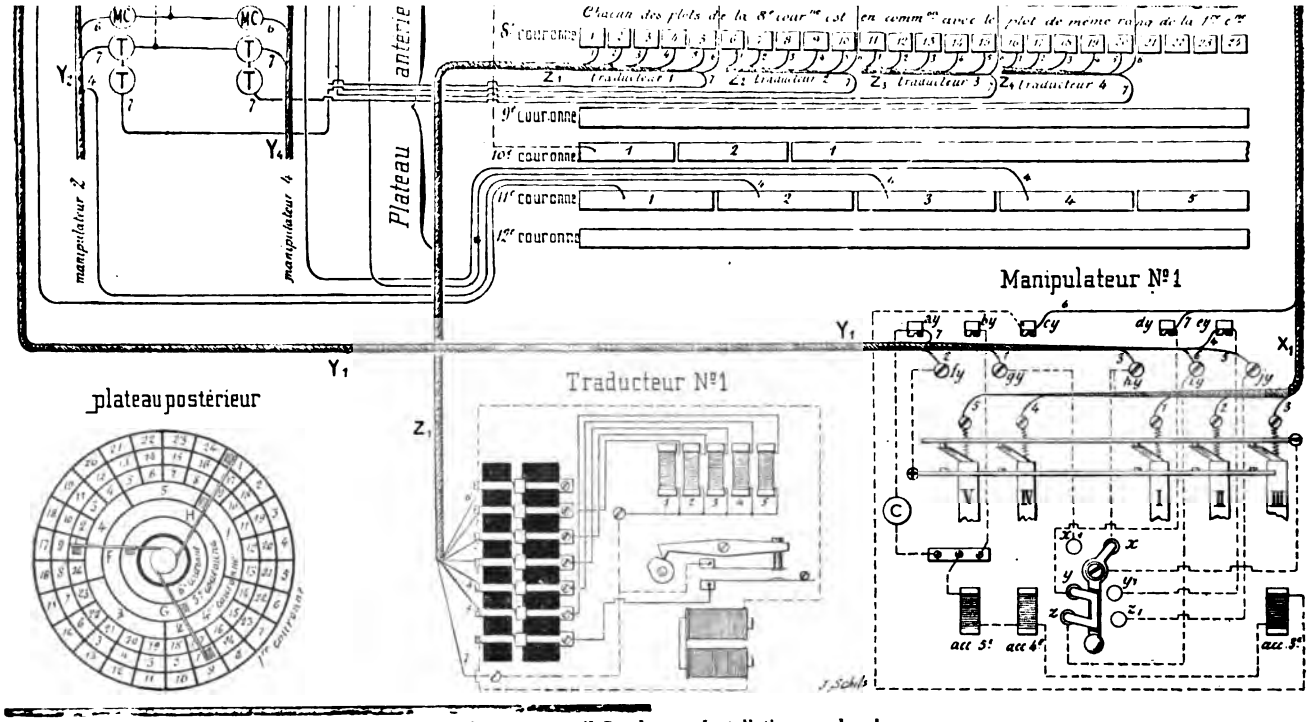


Fig. 205. — Appareil Baudot. — Installation quadruple.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fil 3 (aiguilleur 3) avec le plot 3 de la 8e couronne.
Fil 4 (aiguilleur 4) — 4 —
Fil 5 (aiguilleur 5) — 5 —
Fil 6 (entrée de l'électro-frein) avec les plots 2-3 de la 3e couronne.
Fil 7 (sortie des 5 aiguilleurs et de l'électro-frein, massif du traducteur) avec les bornes T de la boîte des coupures.

Traducteur 2 :

Fil 1 (aiguilleur 1) avec le plot 6 de la 8e couronne.
Fil 2 (aiguilleur 2) — 7 —
Fil 3 (aiguilleur 3) — 8 —
Fil 4 (aiguilleur 4) — 9 —
Fil 5 (aiguilleur 5) — 10 —
Fil 6 (entrée de l'électro-frein) avec les plots 7-8 de la 3e couronne.
Fil 7 (sortie des 5 aiguilleurs et de l'électro-frein, massif du traducteur) avec les bornes T de la boîte des coupures.

Traducteur 3 :

Fil 1 (aiguilleur 1) avec le plot 11 de la 8e couronne,
Fil 2 (aiguilleur 2) — 12 —
Fil 3 (aiguilleur 3) — 13 —
Fil 4 (aiguilleur 4) — 14 —
Fil 5 (aiguilleur 5) — 15 —
Fil 6 (entrée de l'électro-frein) avec les plots 12-13 de la 3e couronne,
Fil 7 (sortie des 5 aiguilleurs et de l'électro-frein, massif du traducteur) avec les bornes T de la boîte des coupures.

Traducteur 4 :

Fil 1 (aiguilleur 1) avec le plot 16 de la 8e couronne,
Fil 2 (aiguilleur 2) — 17 —
Fil 3 (aiguilleur 3) — 18 —
Fil 4 (aiguilleur 4) — 19 —
Fil 5 (aiguilleur 5) — 20 —
Fil 6 (entrée de l'électro-frein) avec les plots 17-18 de la 3e couronne,
Fil 7 (sortie des 5 aiguilleurs et de l'électro-frein, massif du traducteur) avec les bornes T de la boîte des coupures.

Transmission. — En passant successivement sur les contacts 23, 4, 9, 14 de la 3e couronne, la paire de balais F a mis ces contacts en communication avec la 6e couronne, c'est-à-dire avec la borne P2 et la pile locale ; le circuit de cette pile a été successivement fermé à travers les accrocheurs et le frappeur de cadence du manipulateur 1 pour le contact 23, du manipulateur

Digitized by Google

2 pour pour le contact 4, du manipulateur 3 pour le contact 9, du manipulateur 4 pour le contact 14. Les frappeurs de cadence ont résonné. les agents manipulants ont été avisés que la ligne était à leur disposition. La combinaison préparée sur le manipulateur n° 1, que nous prenons comme exemple, a été lancée sur la ligne au moment où les balais G ont parcouru les secteurs 1, 2, 3, 4, 5 de la 2e couronne, mettant ces secteurs en relation avec la 5e couronne (ligne); les 5 courants émis sont arrivés à la borne L; là, il y a eu bifurcation, une partie de ces courants a traversé la ligne télégraphique pour se rendre au poste d'arrivée, l'autre a traversé le rhéostat, convenablement réglé, pour assurer le contrôle au poste de départ. Cette dernière partie des courants émis est parvenue à la borne EC du relais de contrôle, a traversé les bobines et s'est rendue à la terre par la borne S. Le relais a été orienté sur son butoir de travail par les courants positifs, sur son butoir de repos par les courants négatifs. Toutes les fois que le relais de contrôle a été orienté sur son butoir de travail (butoir de gauche), la pile P1 a été mise en relation avec le massif MC; toutes les fois que le relais de contrôle a été orienté sur son butoir de repos (butoir de droite), la pile P1 est restée isolée.

Lorsque la pile P1 est en relation avec MC son circuit est fermé par : *Terre, borne d'entrée* P1, *borne du relais de contrôle* P1, *borne du relais de contrôle* MC, *borne de la boîte des coupures* MC, *fil* 6 *du manipulateur* 1, *câble* Y_1, *plot iy, manette du commutateur, z, y, plot dy, fil* 7, *câble* X_1, *plot* 1 *de la* 4e *couronne, balais* H, *qui, à ce moment passent sur le plot* 1 *de la* 4e *couronne, plots* 1, 2, 3, 4, 5 *de la* 1re *couronne, plots* 1, 2, 3, 4, 5 *de la* 8e *couronne, réunis à demeure à ceux de la* 1re *couronne, traducteur* 1, *terre.* Si la combinaison transmise est + — + + —, il y aura émission de courant de la pile P1 au moment du passage des balais H sur les plots 1, 3, 4 de la 1re couronne, et interruption de courant au moment de leur passage sur les plots 2 et 5; par conséquent les armatures des électro-aiguilleurs 1, 3, 4 seront attirées, celles des électro-aiguilleurs 2 et 5 resteront au repos. L'impression de la combinaison + — + + — se fera comme nous l'avons indiqué pour l'installation double. Il en serait de même pour les combinaisons formées par les manipulateurs 2, 3, 4, combinaisons qui ont succédé à celle du manipulateur 1.

Les courants que nous avons abandonnés à la borne L ont parcouru la ligne et sont parvenus à la borne L du poste d'arrivée où les manipulateurs sont dans la position de réception.

De la borne L les courants venant de la ligne se dirigent sur la

Digitized by Google

5e couronne et de là, par les balais G, sur les différents plots de la 2e couronne reliés aux touches des manipulateurs. En considérant les plots 1, 2, 3, 4, 5 correspondant au manipulateur n° 1, on voit que les courants successifs arrivant par les fils 1, 2, 3, 4, 5 du câble X_1 traversent tous l'équerre-butoir postérieure, arrivent à l'axe de la manette et, par le plot x_1, le plot gy, le fil 1 du câble Y_1 vont à la borne ER de la boîte des coupures. Par la dérivation installée entre les deux bornes ER, ces courants arrivent au commutateur multiple (bornes ER = ER) puis, par le fil 1 du câble V, à la borne ER du récepteur n° 1.

Si le commutateur multiple occupait la position inverse, les courants passeraient par la borne inférieure ER et, par le câble U, se rendraient au récepteur n° 2.

Les courants de ligne traversent les bobines du récepteur et vont à la terre par la borne S. Tous les courants positifs orientent le récepteur sur son butoir de travail et tous les courants négatifs sur son butoir de repos.

La borne BT (butoir de travail) du récepteur 1 communique, par le fil 3 du câble V et, par le commutateur multiple, avec la borne P4 et la pile positive rattachée à cette borne.

La borne BR (butoir de repos) du récepteur 1 communique, par le fil 2 du câble V et, par le commutateur multiple, avec la borne P3 et la pile négative rattachée à cette borne.

Le massif M du récepteur 1 communique par le fil 6 du câble V et, par le commutateur multiple, avec la 7e couronne du distributeur (plateau antérieur).

Par les balais F_1, la 7e couronne est mise en relation avec le secteur 1 de la 10e couronne, secteur relié lui-même à la borne 10 du commutateur multiple.

Les courants dont nous suivons la marche, passent de la borne 10 du commutateur multiple à la borne EA, au fil 7 du câble V, à la borne EA de l'aiguilleur 1, traversent les bobines de ce relais et se perdent à la terre par la borne S.

L'orientation du récepteur 1 commande donc évidemment celle du relais aiguilleur 1.

Toutes les fois que l'index de l'armature du recepteur 1 est appuyé sur le butoir de travail, le circuit de la pile positive P4 est fermé et, par ce fait, le relais aiguilleur 1 est orienté sur son butoir de travail. Toutes les fois que l'index de l'armature du récepteur 1 est appuyé sur le butoir de repos, le circuit de la pile négative P3 est fermé et, par ce fait, le relais aiguilleur 1 est orienté sur son butoir de repos.

Lorsque le relais aiguilleur 1 est orienté sur son butoir de

Digitized by Google

travail, le circuit de la pile P1 est fermé à travers l'un des électro-aiguilleurs de l'un des traducteurs.

Lorsque le relais aiguilleur 1 est orienté sur son butoir de repos le circuit de la pile P1 reste ouvert.

Dans le cas qui nous occupe, les courants de la pile P1 agiront sur le traducteur 1, puisque nous recevons la manipulation du manipulateur 1 du poste de départ. De P1, les courants suivront le trajet :

P1, BA *du commutateur multiple, fil* 5 *du câble* V, BA, MA *du relais aiguilleur* 1, *fil* 4 *du câble* V, MA, MA *du commutateur multiple*, MA *de la boîte des coupures, fil* 5 *du câble* Y_1, *jy du manipulateur* 1, z_1, y_1 *par la manette dans la position de réception, plot ey, fil* 4 *du câble* Y_1, *plot* 1 *de la couronne* 11, *balais* H_1, *plots* 1 *à* 5 *de la couronne* 8, *traducteur* 1. Si nous considérons la combinaison transmise + — + + —, les armatures des électro-aiguilleurs 1, 3, 4 seront attirées, celles des électro-aiguilleurs 2, 5 resteront au repos et l'impression de la lettre C ou du chiffre 9 aura lieu dans les conditions que nous connaissons déjà.

Correction. — Au poste correcteur, le balais G, après avoir parcouru les secteurs 1 à 20 de la 2e couronne et mis la 5e couronne (ligne) en communication successive avec les 4 manipulateurs, passent au-dessus des secteurs 21-22 reliés à la borne ER de la boîte des coupures, au-dessus du secteur 23 relié à la pile positive de ligne, et au-dessus du secteur 24 relié à la pile négative de ligne, pour recommencer ensuite une nouvelle révolution. Le passage des balais G au-dessus des secteurs 23 et 24 détermine évidemment l'envoi sur la ligne d'une émission positive suivie d'une émission négative. Mais, au poste corrigé, les secteurs 21, 22, 23, 24 de la 2e couronne sont tous les quatre en relation avec la borne ER de la boîte des coupures; l'entrée de l'électro-correcteur est reliée au secteur 2 de la 10e couronne et la sortie de cet électro-aimant à la pile négative P3.

L'émission positive, en arrivant par la borne L à la 5e couronne du distributeur passe, par les balais G, aux contacts 21 à 24 de la 2e couronne, à la borne ER de la boîte des coupures, aux bornes ER = ER du commutateur multiple, à la borne ER du récepteur 1, traverse les bobines de ce récepteur et se perd à la terre par la borne S. Le récepteur, par le passage de ce courant, est orienté sur son butoir de travail. Le courant de la pile positive P4 passe par : P4 = BT *du commutateur multiple, fil* 3 *du câble* V, BT, M *du récepteur, fil* 6 *du câble* V, M et 7 *du commutateur multiple,*

Digitized by Google

7e *couronne*, *balais* F_1, *secteur* 2 *de la* 10e *couronne*, *auquel est reliée l'entrée de l'électro-correcteur*, *électro-correcteur*, *borne* P3. La pile P3 étant négative ajoute son courant à celui de la pile positive P4 pour actionner l'électro-correcteur qui, s'il y a lieu, effectue la correction. L'émission négative qui suit l'émission positive ramène l'index de l'armature du récepteur sur son butoir de repos en relation avec la pile négative P3 par le fil 2 du câble V et les bornes BR = P3 du commutateur multiple. Il en résulte qu'à ce moment le pôle négatif de la pile P3 est bouclé sur l'électro-correcteur, et que l'armature de cet électro-aimant reste dans la position de repos à laquelle elle a été ramenée par le passage de la came qui a repoussé la goupille de correction.

La fermeture du circuit de l'électro-frein s'est produite dans les conditions que nous connaissons déjà, par le passage des balais F au-dessus des contacts 2-3, 7-8, 12-13, 17-18 de la 3e couronne.

Ce que nous venons de dire au sujet du manipulateur 1 et du traducteur 1 s'applique aux autres organes similaires.

Installation pour postes échelonnés permettant deux transmissions simultanées. — Soient trois postes A, B, C reliés par un seul conducteur, A et C étant les postes extrêmes, et B le poste intermédiaire. Le dispositif adopté par M. Baudot permet de maintenir les trois postes en communication permanente, A échangeant des télégrammes avec C, pendant que B en échange avec A et avec C.

Le poste qui occupe la tête de la ligne prend le nom de *poste principal;* les deux autres conservent les dénominations de *poste intermédiaire* et de *poste extrême*.

Le schéma de la figure 206 montre l'ensemble de cette installation.

Le poste principal comporte un distributeur double, un relais, deux traducteurs, deux manipulateurs et un commutateur multiple.

Le poste intermédiaire se compose de deux distributeurs montés sur le même axe, un double et un triple à 18 ou à 19 contacts, ces deux modèles étant semblables à un contact près, deux relais, deux traducteurs, deux manipulateurs et un commutateur multiple.

Au poste extrême, il existe deux distributeurs, un double et un triple à 18 ou à 19 contacts, un relais, deux traducteurs, deux manipulateurs et un commutateur multiple.

Les choses se passent, en quelque sorte, comme si entre A et B il existait une communication double dont l'un des postes (manipulateur et traducteur) aurait été transporté à la station C.

Digitized by Google

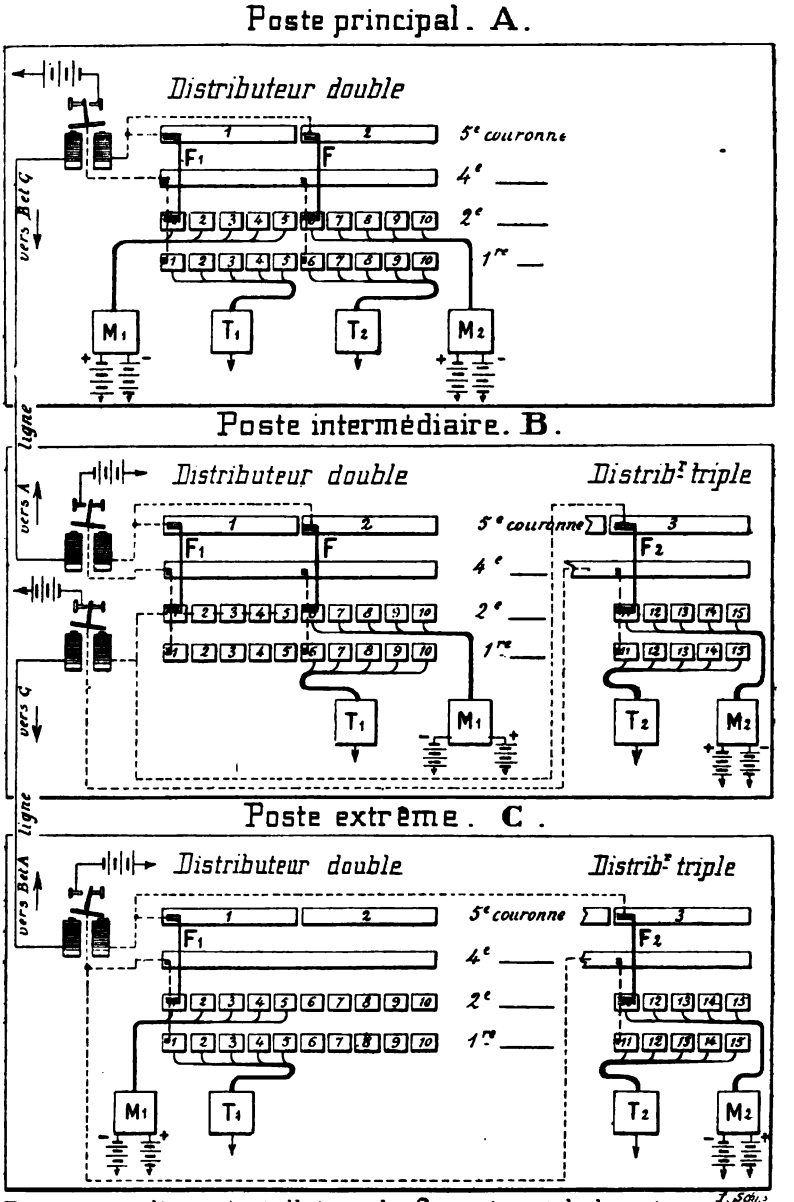


Diagramme d'une installation de **3** postes échelonnés, permettant deux transmissions simultanées.

F *Position des balais lorsque* **A** *transmet à* **B** *et réciproquement.*

F_1	———	**A**	———	**C** ———
F_2	———	**B**	———	**C** ———

Fig. 206. — Appareil Baudot. — Installation de trois postes échelonnés.

Digitized by Google

et comme si, entre cette dernière station et la station B, on avait juxtaposé à l'installation double une installation triple, n'utilisant qu'un seul manipulateur et un seul traducteur.

Par l'installation double, A, poste principal, communique avec B, poste intermédiaire, et avec C poste extrême; par l'installation triple, B, poste intermédiaire, communique avec C poste extrême. La première moitié, ou, pour être plus exact, les cinq premiers treizièmes du distributeur double sont affectés à la correspondance entre A et C, les cinq treizièmes suivants sont réservés à l'échange des télégrammes entre A et B. Le distributeur du poste intermédiaire tourne continuellement, le poste principal et le poste extrême peuvent arrêter la marche de leurs propres distributeurs et se mettre sur sonnerie. Les relais installés dans les trois postes sont des relais différentiels.

Poste principal. — Les communications intérieures du poste principal ne sont pas exactement les mêmes que celles d'une installation double ordinaire.

Négligeant les communications du poste Morse qui sont partout les mêmes et que nous avons déjà décrites, nous trouvons, en suivant le tracé de la figure 207, que :

La borne L est reliée au commutateur à fil préservateur et au galvanomètre, ce qui permet, par *Mo*, de la mettre en relation avec l'appareil Morse, par B*a* avec l'appareil Baudot.

La borne (+), pile positive de ligne, est reliée à la borne *pile* du manipulateur Morse et aux plots (+) de la boîte des coupures.

La borne (—), pile négative de ligne, est reliée aux plots (—) de la boîte des coupures.

La borne PR, pile du relais, est reliée à la borne BT de ce relais.

La borne PL, pile locale, est reliée à la 6e couronne du distributeur.

Le relais est relié :

Par sa borne M, à la 4e couronne du distributeur;

Par sa borne BT, à la pile de relais;

Par sa borne E, à la borne B*a* du commutateur à fil préservateur;

Par sa borne B, au plot B de la boîte des coupures;

Par sa borne S, au plot S de la boîte des coupures et aussi à l'une des bornes du rhéostat, l'autre borne de cet instrument communiquant avec les plots T de la boîte des coupures et avec la terre.

Le manipulateur 1 est relié : par son câble X_1 au distributeur, savoir ;

Digitized by Google

Fil 1 avec plot 1 de la 2e couronne;
Fil 2 — 2 —
Fil 3 — 3 —
Fil 4 — 4 —
Fil 5 — 5 —
Fil 6 avec plot 13 de la 3e couronne;
Fil 7 avec plots (+) de la boîte des coupures et, par conséquent, avec la pile positive de ligne.

Par son câble Y_1, à la boîte des coupures et au distributeur, savoir :
Fil 1 avec plot B de la boîte des coupures;
Fil 2 libre;
Fil 3 avec plots (—) de la boîte des coupures;
Fil 4 avec secteur 1 de la 5e couronne;
Fil 5 avec plot S de la boîte des coupures;
Fil 6 libre;
Fil 7 avec plots T de la boîte des coupures et la terre.

Le traducteur 1 est relié par le câble Z_1 au distributeur et à la boîte des coupures.
Fil 1 avec plot 1 de la 1re couronne;
Fil 2 — 2 —
Fil 3 — 3 —
Fil 4 — 4 —
Fil 5 — 5 —
Fil 6 avec les plots 2-3 de la 3e couronne;
Fil 7 avec les plots T de la boîte des coupures.

Le manipulateur 2 est dépourvu de manette et n'est relié au distributeur et à la boîte des coupures que par un seul câble X_2; il communique, en outre, avec le commutateur multiple.
Le fil 1 du câble X_2 est relié au plot 6 de la 2e couronne;
Le fil 2 — — 7 —
Le fil 3 — — 8 —
Le fil 4 — — 9 —
Le fil 5 — — 10 —
Le fil 6 — — 5 de la 3e couronne;
Le fil 7 — aux plots (+) de la boîte des coupures.

Le plot *ay* du manipulateur communique avec le plot *ay* du commutateur multiple.

Le plot *by* du manipulateur communique avec le plot *by* du commutateur multiple.

L'équerre-butoir de repos est réunie au plot *r* de la réglette 1 du commutateur multiple.

Digitized by Google

Le traducteur 2 est relié au commutateur multiple par le câble Z_2 :

Fil 1 avec plot 1 de la série I.
Fil 2 — 2 —
Fil 3 — 3 —
Fil 4 — 4 —
Fil 5 — 5 —
Fil 6 — 7 —
Fil 7 — 6 qui lui-même est en liaison permanente avec le plot T de la série III.

A l'intérieur du commutateur multiple, certains plots de la série II sont réunis à d'autres de la série III, ce sont :

22 avec 11, 23 avec 12, 24 avec 13, 25 avec 14.

Les câbles V et U assurent la liaison du commutateur avec le distributeur et avec la boîte des coupures.

Le fil 1 du câble V réunit le plot 21 de la série II au plot 6 de la 1re couronne.

Le fil 2 réunit le plot 22 de la série II et le plot 11 de la série III au plot 7 de la 1re couronne.

Le fil 3 réunit le plot 23 de la série II et le plot 12 de la série III au plot 8 de la 1re couronne.

Le fil 4 réunit le plot 24 de la série II et le plot 13 de la série III au plot 9 de la 1re couronne.

Le fil 5 réunit le plot 25 de la série II et le plot 14 de la série III au plot 10 de la 1re couronne.

Le fil 6 réunit le plot 15 de la série III au plot 11 de la 1re couronne.

Le fil 7 est libre.

Dans le câble U, le fil 1 réunit le plot B de la série II au plot B de la boîte des coupures.

Le fil 2 est libre.

Le fil 3 réunit le plot (—) de la série II aux plots (—) de la boîte des coupures.

Le fil 4 réunit le plot 2 de la série I au plot 2 de la 3e couronne.

Le fil 5 réunit le plot S de la série III au plot S de la boîte des coupures.

Le fil 6 réunit le plot 7 de la série I aux plots 7-8 de la 3e couronne.

Le fil 7 réunit le plot T de la série III aux plots T de la boîte des coupures et à la terre.

Outre les communications que nous venons d'indiquer, le plot S de la boîte des coupures est relié au plot 3 de la 3e couronne et les plots 11, 12, 13 de la 2e couronne sont reliés

Digitized by Google

ensemble et mis à la terre. A l'intérieur du manipulateur 1, le plot *ay* est relié au plot *gy* et le plot *iy* au plot *jy*.

Fonctionnement. — Les cinq premiers treizièmes du distributeur (secteur 1 de la couronne 5) sont affectés aux relations entre le poste principal et le poste extrême. Ces relations sont assurées par le manipulateur et le traducteur n° 1. Les cinq treizièmes suivants (secteur 2 de la couronne 5) assurent les communications entre le poste principal et le poste intermédiaire.

Considérons d'abord le fonctionnement du groupe n° 1 (manipulateur et traducteur).

Au moment où les balais F passent sur le secteur 13 de la 3e couronne du distributeur, ce secteur est mis en relation avec la couronne 6; le courant de la pile locale PL traverse le fil 6 du câble X_1, le contact *cy* du manipulateur 1, les trois électro-accrocheurs, le frappeur de cadence, les plots *ay* et *gy* réunis, le fil 7 du câble Y_1, les plots T de la boîte des coupures et se perd à la terre.

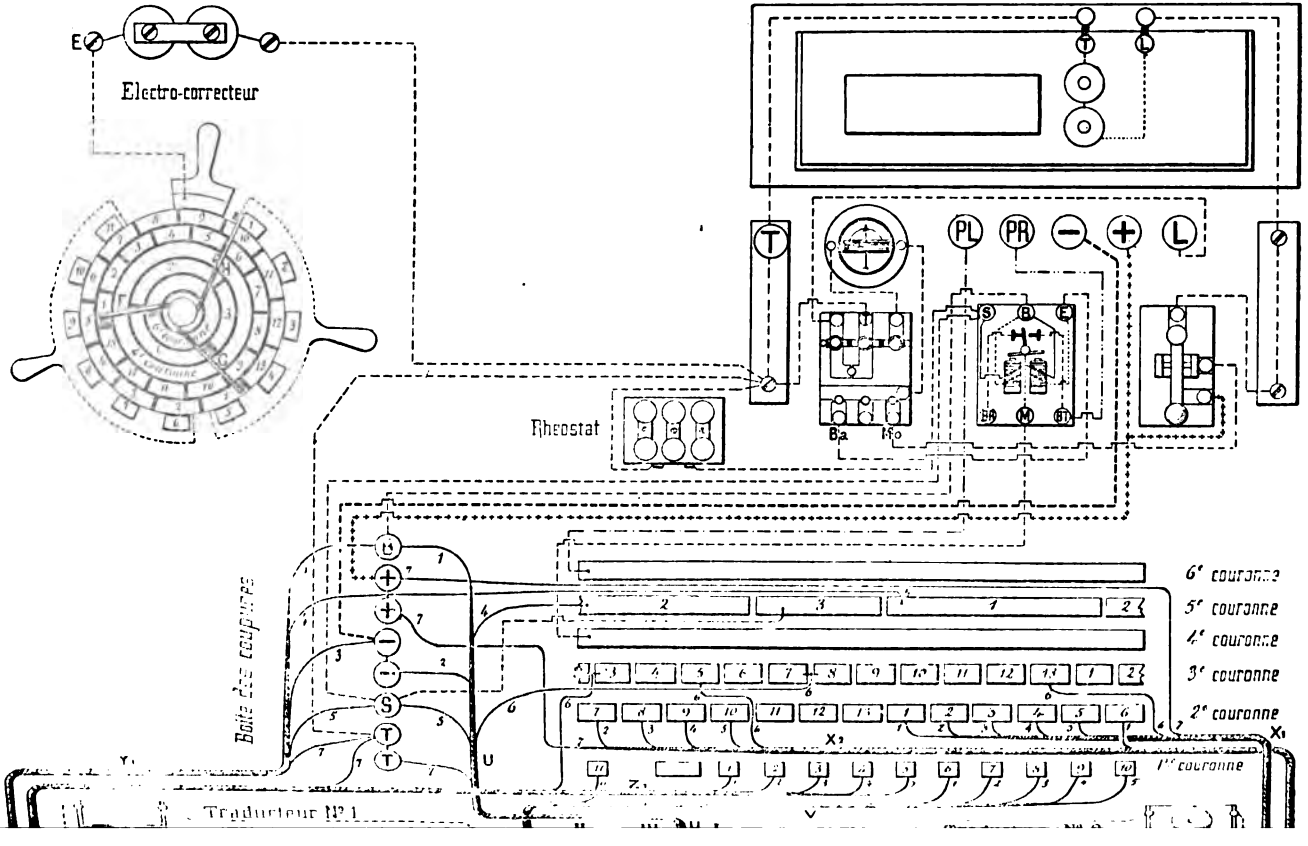
Le frappeur de cadence fonctionne et indique à l'employé manipulant que la combinaison préparée par ses soins va être lancée sur la ligne; à ce moment, en effet, les balais G vont s'engager sur les secteurs 1 de la 2e et de la 5e couronne. Pendant que les balais G passeront successivement sur les secteurs 1, 2, 3, 4, 5 de la 2e couronne, en même temps que sur le secteur 1 de la 5e couronne, tant au poste de départ qu'au poste d'arrivée, les courants positifs ou négatifs émis par le manipulateur 1 se rendront sur la ligne et, en outre, provoqueront le contrôle local dans le traducteur 1; examinons comment :

Ce que nous dirons pour le courant émis par la touche I s'appliquera à ceux qui seront émis par toutes les autres touches.

Le courant émis par la touche I est puisé à la réglette (—) ou à la réglette (+), suivant qu'il est négatif ou positif, c'est-à-dire suivant que la touche I est restée au repos ou qu'elle a été abaissée. Il passe par le fil 1 du câble X_1, le plot 1 de la 2e couronne, les balais G, le secteur 1 de la 5e couronne, le fil 4 du câble Y_1 le plot *iy*, la manette du manipulateur 1, le plot *dy*, le fil 1 du câble Y_1, le plot B de la boîte des coupures, et arrive à la borne B du relais différentiel. Là, il se bifurque et traverse les deux circuits du relais en sens inverse; il devrait donc être sans effet sur le relais et lui laisser l'orientation qu'il possède; mais la borne E du relais est en relation avec la ligne et la borne S avec le rhéostat; il s'ensuit que, en raison de la capacité de la ligne, l'intensité de la fraction de courant qui sort par la borne E est supérieure à l'intensité de la fraction qui sort par

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

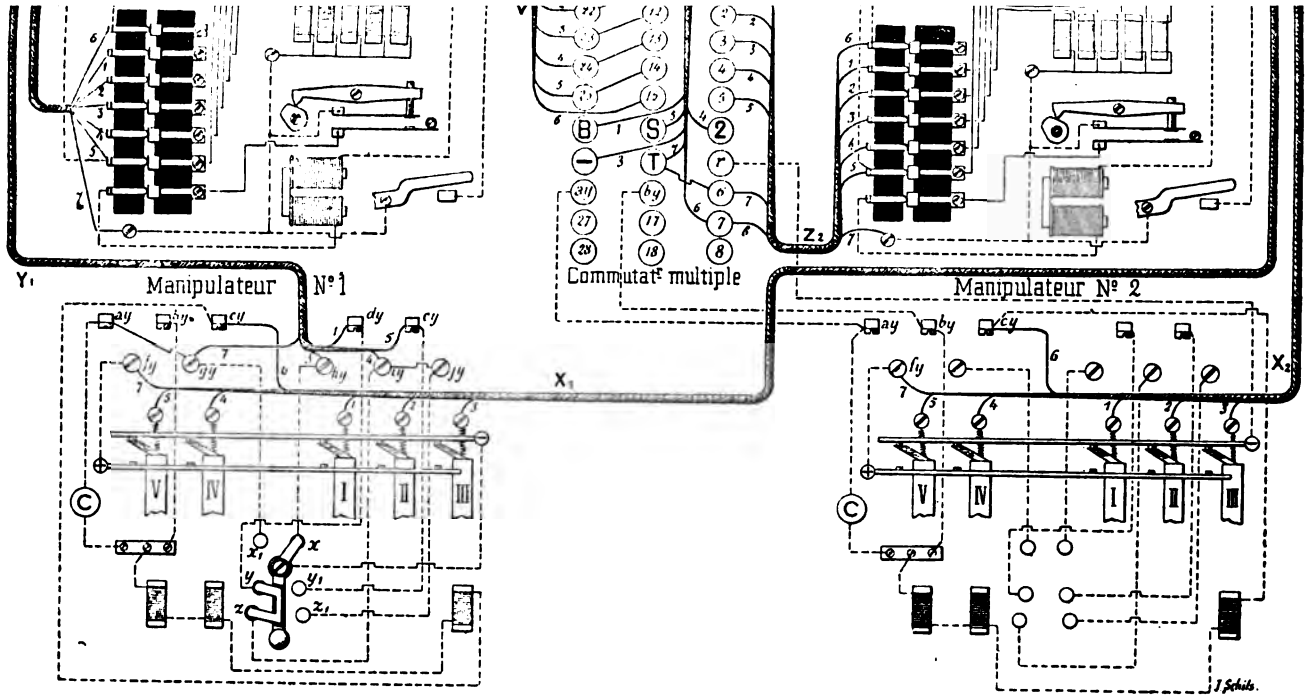


Fig. 207. — Appareil Baudot. — Postes échelonnés, — poste principal.

Digitized by Google

Digitized by Google

la borne S; l'action de la fraction de courant qui sort par la borne E est donc prépondérante et suffit pour actionner le relais. Un courant positif entrant par la borne E aurait orienté le relais sur son butoir de travail; un courant négatif entrant par la même borne l'orientera sur son butoir de repos; un courant négatif entrant par la borne B et sortant par la borne E et, par conséquent, marchant en sens inverse, orientera le relais sur son butoir de travail; un courant positif entrant par la borne B et sortant par la borne E orientera le relais sur son butoir de repos. C'est le cas que nous envisageons.

Le relais s'orientera donc sur son butoir de repos si le courant est positif, sur son butoir de travail si le courant est négatif. Si le relais a été orienté sur son butoir de travail, le circuit de la pile PR restera ouvert, la borne BR du relais étant isolée.

Si le relais a été orienté sur son butoir de repos, le circuit de la pile PR sera fermé par la borne BT et le massif M. Par la couronne 4, à laquelle est relié le massif M du relais, le courant, à travers les balais H, parvient à la couronne 1 et au traducteur n° 1 qui assure le contrôle au départ.

Lorsque le traducteur 1 reçoit, les courants venant de la ligne arrivent, par la borne L et le galvanomètre, à la borne B*a* du commutateur à fil préservateur, puis à la borne E du relais.

Après avoir parcouru les deux circuits du relais, ils ressortent par la borne S; ils ne sauraient, en effet, ressortir par la borne B, dont les connexions sont isolées par suite de la position de la manette du manipulateur qui est sur réception. A la borne S, deux issues se présentent : l'une à travers le rhéostat, l'autre par le plot S de la boîte des coupures, le fil 5 du câble Y_1, la manette du manipulateur (position de réception), les plots *jy*, *iy*, le fil 4 dn câble Y_1, le secteur 1 de la couronne 5, les balais G, les plots 1 à 5 de la 2e couronne, les fils 1 à 5 du câble X_1, les touches et la réglette de repos (—) du manipulateur 1, l'axe de la manette, le plot *yy*, le fil 7 du câble Y_1, les plots T de la boîte des coupures et la terre. Nous savons déjà que tous les courants négatifs entrant par la borne E orienteront le relais sur son butoir de repos et tous les courants positifs sur son butoir de travail; nous pouvons, dès à présent, faire remarquer qu'au poste intermédiaire les piles du manipulateur sont inversées et que les courants de repos sont positifs, tandis que les courants de travail sont négatifs.

Les relations du relais avec le traducteur sont assurées par la borne M du relais, la 4e couronne, les balais H, la 1re couronne et le câble Z_1. Nous avons précédemment montré comment a

Digitized by Google

lieu l'impression qui dépend des orientations successives du relais, enregistrées par les 5 aiguilleurs du traducteur.

Lorsque le manipulateur n° 2 transmet, la manette du commutateur multiple doit être inclinée dans la direction opposée à ce manipulateur, c'est-à-dire que les plots de la série I sont en communication avec les plots de la série II.

Au moment où les balais F passent sur le secteur 5 de la 3e couronne, ce secteur est mis en relation avec la 6e couronne et la pile locale PL. Le courant de cette pile suit le fil 6 du câble X_2 et ferme le circuit du frappeur de cadence par *cy*, *ay* du manipulateur, *ay* du commutateur multiple, plot 6 et plot T réunis, fil 7 du câble U, plot T de la boîte des coupures et terre.

Le frappeur de cadence fonctionne et indique à l'employé manipulant que la combinaison qu'il a préparée va être lancée sur la ligne; à ce moment, en effet, les balais G vont s'engager sur le secteur 6 de la 2e couronne et sur le secteur 2 de la 5e couronne.

Pendant que les balais G passeront successivement sur les secteurs 6, 7, 8, 9, 10 de la 2e couronne, en même temps que sur le secteur 2 de la 5e couronne, tant au poste de départ qu'au poste d'arrivée, les courants positifs ou négatifs émis par le manipulateur 2 se rendront sur la ligne, et en outre provoqueront le contrôle local dans le traducteur 2.

Le courant émis par la touche I, quel que soit son sens, passe par le fil 1 du câble X_2, le plot 6 de la 2e couronne, les balais G, le secteur 2 de la 5e couronne, le fil 4 du câble U, les plots 2 et B du commutateur multiple, le fil 1 du câble U, le plot B de la boîte des coupures, la borne B du relais différentiel. Le fonctionnement du relais sera le même que dans le cas, précédemment étudié, du manipulateur n° 1, mais le courant local qui fournit le contrôle sera dirigé sur le traducteur n° 2. En effet, les courants émis par la pile PR passeront, dans le relais, de BT en M, iront à la 4e couronne, puis, par les balais H, aux secteurs 6, 7, 8, 9, 10 de la 1re couronne; ils emprunteront successivement les fils 1, 2, 3, 4, 5 du câble V et passeront aux aiguilleurs par le câble Z_2, les contacts 21-1, 22-2, 23-3, 24-4, 25-5 du commutateur multiple étant réunis deux à deux par la position même de ce commutateur. L'impression locale s'opérera dès lors mécaniquement.

Lorsque le traducteur 2 reçoit, la manette du commutateur multiple est disposée de façon à unir les plots de la série I à ceux de la série III.

On remarquera que par cette disposition les connexions du

Digitized by Google

câble V avec le câble U sont changées. Les plots 1, 2, 3, 4, 5 de la série I ne communiquent plus avec leurs homologues 21, 22, 23, 24, 25 de la série II, mais 1 est relié à 22, 2 à 23, etc. On remarquera aussi qu'à l'autre extrémité du câble V, les conducteurs aboutissent, non seulement aux plots 6, 7, 8, 9, 10, mais encore au plot 11 de la 1re couronne.

Cette disposition a pour objet de compenser le retard éprouvé par le courant qui, venant du poste extrême, parcourt une ligne de longue étendue, retard qui a pour conséquence de mettre les balais du poste d'arrivé en avance sur les balais du poste de départ. Ce n'est donc qu'au moment du passage des balais sur les plots 7, 8, 9, 10, 11 de la 1re couronne du distributeur d'arrivée que les signaux transmis à l'aide des plots 6, 7, 8, 9, 10 du distributeur de départ seront enregistrés par le traducteur n° 2.

La marche du courant est évidemment la même que dans le cas de la réception par le traducteur n° 1, jusqu'au plot S de la boîte des coupures. De là, les courants, venant de la ligne, suivent pour se rendre à la terre le chemin suivant : fil 5 du câble U, plots S et 2 du commutateur multiple, fil 4 du câble U, secteur 2 de la 5e couronne, balais G, plots 6 à 10 de la 2e couronne, fil 1 à 5 du câble X_2, touches du manipulateur 2, réglette de repos (—), plot *r* du commutateur multiple réuni au Plot T, fil 7 du câble U, plots T de la boîte des coupures et terre.

Le circuit local de la pile du relais est fermé ou non sur les aiguilleurs suivant l'orientation du relais sur son butoir de repos ou sur son butoir de travail.

Lorsque le circuit est fermé, le courant de la pile PR passe par BT, M, la 4e couronne, les balais H, les secteurs 7, 8, 9, 10, 11 de la 1re couronne, les fils 2, 3, 4, 5, 6, du câble V, les plots 22-11-1, 23-12-2, 24-13-3, 25-14-4, 15-5 du commutateur multiple, les conducteurs 1 à 5 du câble Z_2, les aiguilleurs et la terre par le fil 7 du câble Z_2. les plots 6-T, le fil 7 du câble U, les plots T de la boîte des coupures et la terre.

L'impression devient alors purement mécanique.

Le circuit de l'électro-frein est fermé : pour le manipulateur n° 1 lorsque les balais F passent au-dessus des secteurs 2-3 réunis de la 3e couronne ; pour le manipulateur n° 2 lorsque les balais F passent au-dessus des secteurs 7-8 réunis de la 3e couronne.

Le courant de correction est envoyé par le poste intermédiaire.

Dans la couronne 2 les secteurs 11, 12, 13 réunis sont mis à la terre ; ces secteurs sont situés en regard du secteur 3 de la 5e couronne ; c'est par cette voie, et au moment du passage des

Digitized by Google

balais G, que le courant de correction, envoyé par le poste intermédiaire, à travers le relais, se perd à la terre. Il sort, en effet, par la borne S, va au plot S de la boîte des coupures et au serteur 3 de la 5e couronne.

En traversant les circuits du relais, le courant de correction oriente celui-ci sur son butoir de repos. Le circuit de la pile PR est fermé par BT, M, 4e couronne, balais H qui, à ce moment, sont sur le secteur de correction, électro-correcteur, massif, plot T de la boîte des coupures et terre.

Le poste qui reçoit et qui veut couper son correspondant n'a qu'à se mettre lui-même dans la position de transmission.

Poste intermédiaire. — Dans le poste intermédiaire dont nous avons déjà fait connaître la composition, le manipulateur Morse a été reporté sur la planchette de support du récepteur, à côté de celui-ci.

Le deux fractions de la ligne se dirigeant vers le poste A et vers le poste C sont attachées aux bornes L^1, L^2; les six autres bornes sont réunies à quatre piles de ligne, deux positives, deux négatives et à deux piles de relais.

Le commutateur à fil préservateur est à deux directions; il reçoit les deux sections de la ligne, qu'il permet de prendre au Morse par sa borne M, ou de laisser en relation avec le Baudot par des chevilles placées en 1 et en 2.

La borne L^1, par le commutateur et le galvanomètre, est reliée à l'entrée E du relais n° 1, avec dérivation sur le secteur 1 de la 5e couronne du distributeur double.

La borne $(+^1)$ est reliée au plot $(+^1)$ de la boîte des coupures.

La borne $(-^1)$ est reliée au plot $(-^1)$ de la boîte des coupures.

La borne PR^1 est reliée à la borne BT du relais n° 1 et aussi à la 6e couronne du distributeur double.

La borne PR^2 est reliée à la borne BT du relais n° 2 et aussi à la 6e couronne du distributeur triple; dans le relais n° 2 le butoir de travail est situé à droite, tandis qu'il est placé à gauche dans le relais n° 1.

La borne $(-^2)$ est reliée au plot $(-^2)$ de la boîte des coupures.

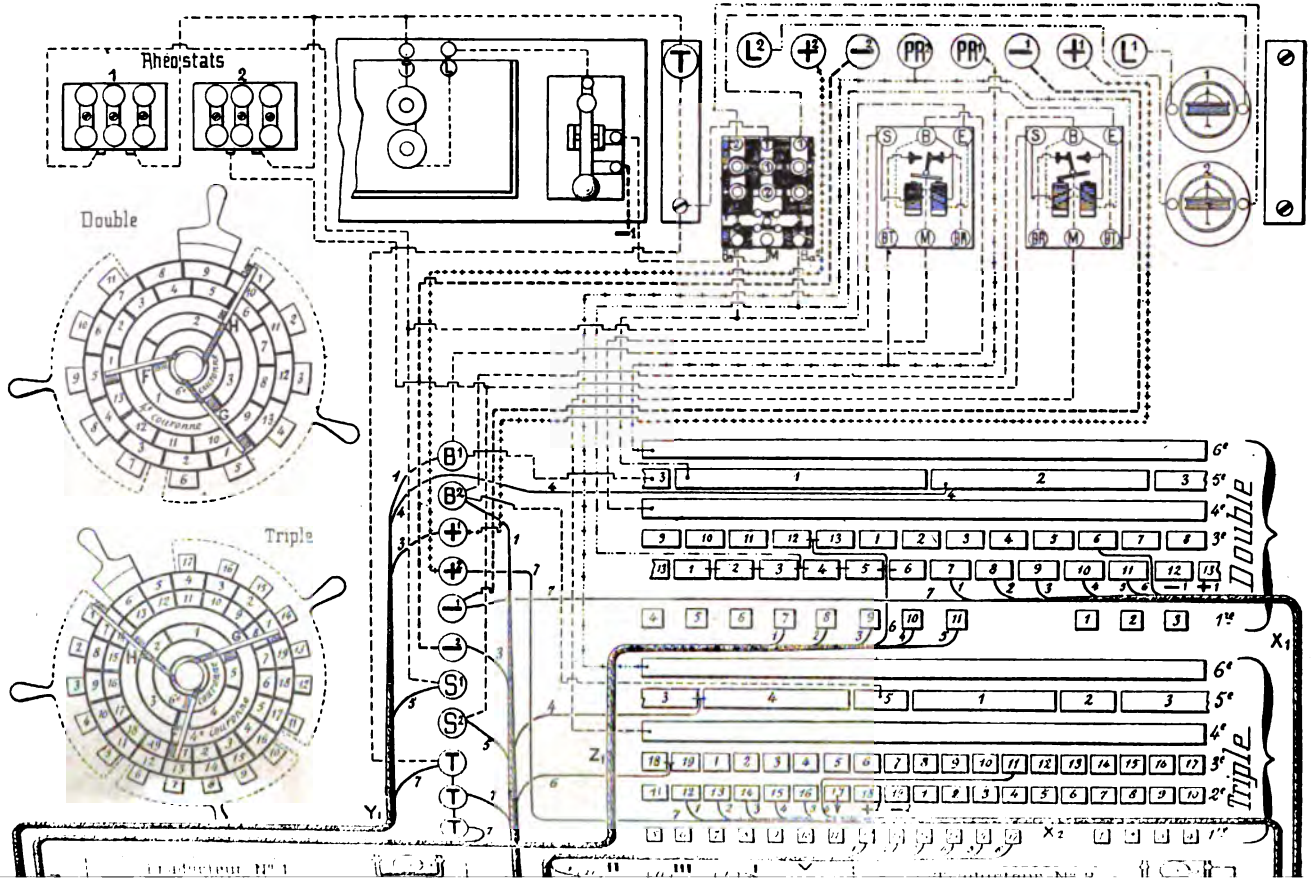
La borne $(+^2)$ est reliée au plot $(+^2)$ de la boîte des coupures.

La borne L^2, par le commutateur et le galvanomètre, est reliée à l'entrée E du relais n° 2 avec dérivation sur les plots 1, 2, 3, 4, 5, 6 réunis de la 2e couronne du distributeur double.

Les bornes B des relais 1 et 2 communiquent respectivement avec les plots B^1, B^2 de la boîte des coupures et les bornes S avec les plots S^1, S^2; mais les bornes S envoient chacune une dérivation vers les rhéostats. La dérivation de la borne S du relais 1

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

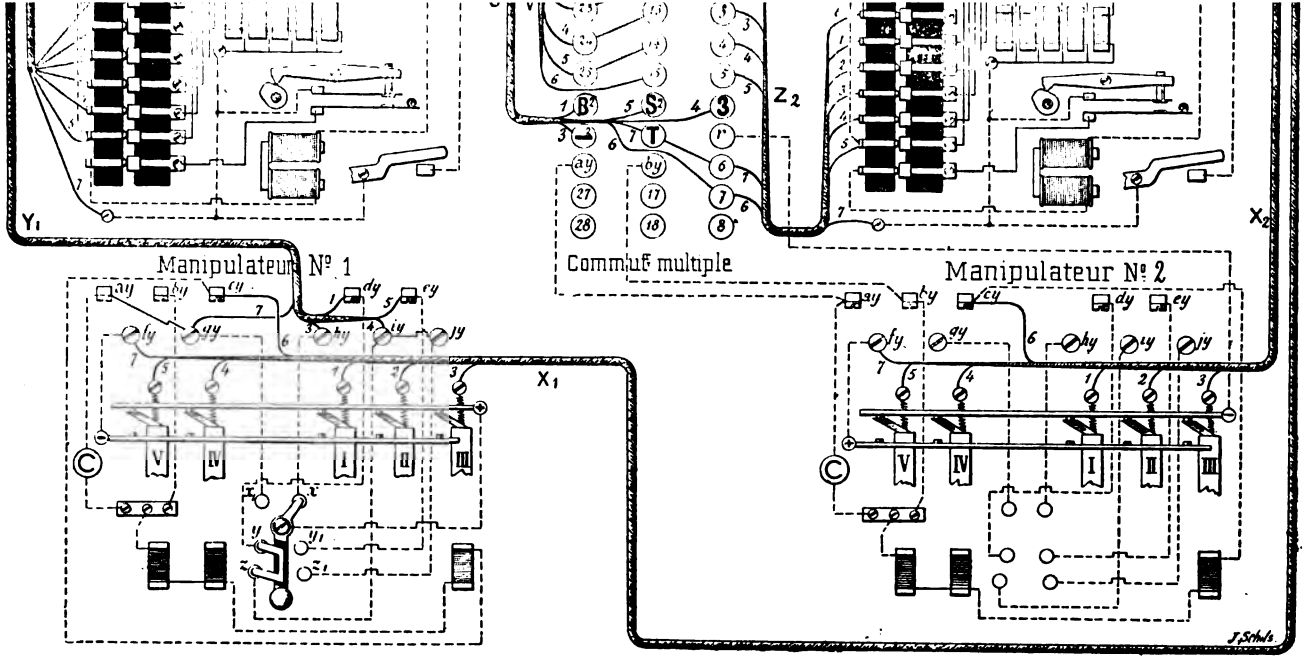


Fig. 208. — Appareil Baudot. — Postes échelonnés. — Poste intermédiaire.

Digitized by Google

Digitized by Google

traverse le rhéostat n° 1, la dérivation de la borne S du relais 2 traverse le rhéostat n° 2; la sortie de bobines de ces rhéostats est à la terre.

Le manipulateur 1 est relié :

Par son câble X_1 :

Fil 1 avec plot 7 de la 2e couronne du distributeur double.
Fil 2 — 8 — —
Fil 3 — 9 — —
Fil 4 — 10 — —
Fil 5 — 11 — —
Fil 6 avec plot 6 de la 3e couronne du distributeur double.
Fil 7 avec plot (—1) de la boîte des coupures.

Par son câble Y_1 :

Fil 1 avec plot B1 de la boîte des coupures,
Fil 2 libre,
Fil 3 avec plot (+1) de la boîte des coupures,
Fil 4 avec secteur 2 de la 5e couronne du distributeur double,
Fil 5 avec plot S1 de la boîte des coupures,
Fil 6 libre,
Fil 7 avec plots T de la boîte des coupures.

Le traducteur n° 1 est relié par son câble Z_1 :

Fil 1 avec plot 7 de la 1re couronne du distributeur double.
Fil 2 — 8 — —
Fil 3 — 9 — —
Fil 4 — 10 — —
Fil 5 — 11 — —
Fil 6 avec plots 12-13 de la 3e couronne du distributeur double.
Fil 7 avec plot T de la boîte des coupures.

Le manipulateur n° 2 est dépourvu de manette; il est relié par son câble X_2 :

Fil 1 avec plot 12 de la 2e couronne du distributeur triple.
Fil 2 — 13 — —
Fil 3 — 14 — —
Fil 4 — 15 — —
Fil 5 — 16 — —
Fil 6 — 11 de la 3e couronne du distributeur triple.
Fil 7 — (+2) de la boîte des coupures.

En outre, le plot *ay* du manipulateur est réuni au plot *ay* du commutateur multiple, le plot *by* au plot *by* et la réglette de repos (—) au plot *r*.

Le traducteur n° 2 est relié par son câble Z_2 :

Fil 1 au plot 1 du commutateur multiple.
Fil 2 — 2 —

Digitized by Google

Fil 3 au plot 3 du commutateur multiple.
Fil 4 — 4 —
Fil 5 — 5 —
Fil 6 — 7 —
Fil 7 — 6 —

Le commutateur multiple est relié :

Par le câble V :

Fil 1 avec plot 12 de la 1re couronne du distributeur triple.
Fil 2 — 13 — —
Fil 3 — 14 — —
Fil 4 — 15 — —
Fil 5 — 16 — —
Fil 6 — 17 — —
Fil 7 libre.

Par le câble U :

Fil 1 avec plot B^2 de la boîte des coupures.
Fil 2 libre.
Fil 3 avec plot $(-^2)$ de la boîte des coupures.
Fil 4 avec les secteurs 3 et 4 de la 5e couronne du distributeur triple.
Fil 5 avec plot S^2 de la boîte des coupures.
Fil 6 avec plots 18-19 de la 3e couronne du distributeur triple.
Fil 7 avec plots T de la boîte des coupures.

A l'intérieur du commutateur multiple, le plot 22 est uni au plot 11, le plot 23 au plot 12, le plot 24 au plot 13, le plot 25 au plot 14, le plot 6 au plot T.

Dans le distributeur double, le plot 12 de la 2e couronne communique avec la pile (—1), et le plot 13 avec la pile (+1); le plot 3 de la 5e couronne est relié au plot B^1 de la boîte des coupures.

Dans le distributeur triple, le plot 18 de la 2e couronne communique avec la pile (+2), et le plot 19 avec la pile (—2); le plot 17 est à la terre; le plot 5 de la 5e couronne est relié au plot B^2 de la boîte des coupures.

Fonctionnement. — En examinant le fonctionnement du poste principal, nous avons abandonné les courants émis par les manipulateurs 1 ou 2 à leur sortie de ce poste, sans nous préoccuper de leur point d'arrivée. Les courants du manipulateur 1 ont été dirigés sur la ligne par les plots 1, 2, 3, 4, 5 de la 2e couronne du distributeur et par le secteur 1 de la 5e couronne réunis par les balais; ceux qui provenaient du manipulateur 2 parvenaient à la ligne par les plots 6, 7, 8, 9, 10 de la 2e couronne et le secteur 2 de la 5e. Tous ces courants passent par le poste

Digitized by Google

intermédiaire, qu'ils s'y arrêtent ou non; ils arrivent par la borne L^1; opérons-en la sélection. Les balais F du distributeur du poste principal et ceux du distributeur double du poste intermédiaire parcourant, au même moment, les plots 1, 2, 3, 4, 5 de la 2e couronne et le secteur 1 de la 5e couronne, les courants émis par le manipulateur 1 du poste principal arrivent au poste intermédiaire par la borne L^1, le galvanomètre, le commutateur à fil préservateur, jusqu'au secteur 1 de la 5e couronne du distributeur double. La cheville du commutateur à fil préservateur est, en effet, placée entre le plot 1 et la borne Ba^1 qui est reliée avec le secteur 1 de la 5e couronne, avec dérivation sur le relais n° 1 et le rhéostat n° 1. Du secteur 1 de la 5e couronne, ces courants passent, par les balais G, aux secteurs 1 à 6 de la 2e couronne; ces secteurs réunis ensemble communiquent avec la borne L^2 par la borne Ba^2 et le plot 2 du commutateur à fil préservateur, ainsi que par le galvanomètre, avec dérivation sur le relais n° 2 et le rhéostat n° 2.

Ces courants passent donc de la borne L^1 à la borne L^2 pour franchir la section de ligne L^2 qui relie le poste intermédiaire au poste extrême; ils ne sont pas destinés au poste intermédiaire et ne font que traverser son distributeur double pour poursuivre leur route; nous les retrouverons à l'entrée du poste extrême.

Préoccupons-nous maintenant des courants émis par le manipulateur 2 du poste principal.

Ces courants ont été lancés sur la ligne au moment du passage des balais G sur les plots 6, 7, 8, 9, 10 de la 2e couronne et sur le secteur 2 de la 5e couronne. Ils parviennent au poste intermédiaire, avec un léger retard dû au temps nécessaire à leur propagation à travers la ligne, au moment où les balais G du distributeur double vont s'engager sur le secteur 7 de la 2e couronne et sur le secteur 2 de la 5e.

Arrivant par L^1 et Ba^1, ils ne trouvent plus d'issue par le secteur 1 de la 5e couronne qui, à ce moment, est isolé; ils pénètrent donc dans le relais qu'ils orientent suivant leur sens; ils ne sauraient ressortir par B, car la borne B^1 de la boîte des coupures est isolée au manipulateur, mis dans la position de réception, et au secteur 3 de la 5e couronne; ils ressortent donc par la borne S du relais, après avoir traversé les deux circuits. De S ils vont en S^1 de la boîte des coupures, traversent le fil 5 du câble Y_1, la manette du manipulateur 1, les plots *jy*, *iy*, le fil 4 du câble Y_1 et arrivent au secteur 2 de la 5e couronne du distributeur double, où ils sont recueillis par les balais G qui les distribuent sur les plots 7, 8, 9, 10, 11 de la 2e couronne. Le câble X_1 les

Digitized by Google

amène aux touches du manipulateur 1 qui, appuyées sur la réglette de repos (+) les conduisent à la terre par : axe de la manette du manipulateur, plot x_1, plot *gy*, fil 7 du câble Y_1, plots T de la boîte des coupures.

Suivant son orientation, le relais 1 agit ou n'agit pas sur les électro-aiguilleurs. Toutes les fois qu'il est orienté sur son butoir de travail, le circuit de la pile PR' est fermé. Le courant passe par BT, M, la 4e couronne du distributeur double, les balais H, et est réparti sur les plots 7, 8, 9, 10, 11 de la 1re couronne, les fils 1, 2, 3, 4, 5 du câble Z_1 et les aiguilleurs dans l'ordre de ces orientations, les orientations sur le butoir de repos laissant ouvert le circuit de la pile PR'. Le traducteur reproduit donc la combinaison esquissée par le relais n° 1 et l'impression reste, comme dans tous les cas, purement mécanique.

Il est à remarquer que, au rebours de ce qui se passe au poste principal, la réglette de repos du manipulateur 1 du poste intermédiaire est reliée à la pile positive et la réglette de travail à la pile négative. Lorsque ce manipulateur transmet, les courants qu'il émet sont recueillis par les balais G du distributeur double et envoyés sur la ligne avec contrôle local par le relais 1 et le traducteur 1. En effet, lorsque les balais F ont passé sur le contact 6 de la 3e couronne, ils ont fermé le circuit de la pile PR' sur le frappeur de cadence du manipulateur 1 par le fil 6 du câble X_1, le plot *cy*, les électro-accrocheurs, le frappeur, les plots *ay*, *gy*, le fil 7 du câble Y_1, les plots T de la boîte des coupures et la terre.

Le frappeur de cadence ayant fonctionné, l'employé manipulant a envoyé sur la ligne la combinaison préparée. Les courants successifs ont traversé les conducteurs 1 à 5 du câble X_1, les plots 7 à 11 de la 2e couronne du distributeur double, les balais G, le secteur 2 de la 3e couronne, le fil 4 du câble Y_1, le plot *iy*, la manette du manipulateur, le plot *dy*, le fil 1 du câble Y_1, le plot B' de la boîte des coupures, la borne B du relais n° 1, la borne E, la borne B*a*' du commutateur à fil préservateur, le galvanomètre n° 1 et la borne L'. De là, ces courants ont franchi la ligne et, arrivés au poste principal, ont actionné le traducteur n° 2, ainsi que nous l'avons vu précédemment.

Le relais, en s'orientant suivant le sens des courants, assure le contrôle local dans les conditions que nous connaissons déjà. Mais il faut observer que si, sous l'action des courants positifs pénétrant par la borne E, le relais est orienté sur son butoir de

Digitized by Google

travail, c'est le cas des courants venant de la ligne, il ne saurait être orienté sur ce même butoir de travail par les courants entrant par la borne B que si ces courants sont négatifs, car ils circulent en sens contraire à travers le fil des bobines; c'est le cas des courants de départ. C'est pour cette raison que les piles de ligne ont été inversées au manipulateur n° 1. On a pu remarquer que, pour le même motif, les communications de la pile du relais du poste principal ont également été inversées. En effet, ce sont les courants négatifs d'arrivée, pénétrant par la borne E de ce relais, qui provoquent la fermeture du circuit local, tandis que le même résultat est obtenu par les courants positifs de départ pénétrant par la borne B et circulant en sens inverse dans les bobines.

On voit que, pour obtenir ce résultat, il faut que le poste intermédiaire transmette avec un courant de sens opposé à celui qu'emploie le poste principal.

Avant de passer au poste extrême, il nous faut examiner les relations de ce poste avec le poste intermédiaire.

Lorsque le manipulateur n° 2 transmet, la manette du commutateur multiple met en relation les plots de la série I avec ceux de la série II. Le manipulateur est dépourvu de manette.

Les courants émis par les 5 touches traversent les conducteurs 1 à 5 du câble X_2 et arrivent aux plots 12 à 16 de la 2e couronne du distributeur triple.

Au moment où les balais F de ce distributeur passent sur le plot 11 de la 3e couronne, le circuit du frappeur de cadence est fermé par PR^2, 6e couronne, balais F, plot 11 de la 3e couronne, fil 6 du câble X_2, *cy*, accrocheurs, frappeur, *ay* du manipulateur, *ay* du commutateur multiple, plot 6, plot T, fil 7 du câble U, plots T de la boîte des coupures, terre.

Le frappeur ayant marqué la cadence, l'employé manipulant lance la combinaison préparée. Les courants émis suivent les fils 1 à 5 du câble X_2, les plots 12 à 16 de la 2e couronne du distributeur triple, passent, par les balais G, aux secteurs 3 et 4 de la 5e couronne, traversent le fil 4 du câble U, le plot 3 du commutateur multiple, le plot B^2, le fil 1 du câble U, le plot B^2 de la boîte des coupures, la borne B du relais n° 2, la borne E, la borne Ba^2 du commutateur à fil préservateur, le galvanomètre n° 2, la borne L^2 et la ligne.

On pourrait craindre, *a priori*, qu'il y ait confusion entre les courants émis sur la section de ligne n° 2 et ceux qui circulent sur la section de ligne n° 1. Pendant que les balais G du distributeur triple parcourent les secteurs 3 et 4 de la 5e couronne (ligne

Digitized by Google

les balais G du distributeur double passent sur le secteur 2 situé à peu près à l'opposé; les deux sections de ligne sont donc parfaitement indépendantes; elles ne sont réunies, à travers le distributeur double, que lorsque les balais G passent au-dessus des plots 1 à 6 de la 2e couronne et le secteur 1 de la 5e couronne; à cet instant, les balais G du distributeur triple ne sont pas en relation avec la ligne. Il y a donc indépendance complète.

Le relais n° 2 ayant fonctionné, le contrôle local a lieu dans les conditions ordinaires, la borne M du relais étant reliée à la 4e couronne du distributeur triple, et les balais H mettant successivement cette couronne en relation avec les 5 aiguilleurs du traducteur n° 2 et avec l'électro-frein par les plots 12 à 17 de la 1re couronne, le câble V, le commutateur multiple et le câble Z_2.

Lorsque le poste intermédiaire reçoit du poste extrême, la manette du commutateur multiple est disposée pour que les plots de la série I soient en relation avec les plots de la série III. Les courants arrivent par la borne L^2 à la borne E du relais n° 2. Pour produire les mêmes effets d'orientation que les courants de départ qui entrent par la borne B, il faut qu'ils soient de sens inverse, aussi, au manipulateur du poste extrême, les piles de ligne ont-elles été inversées.

Ces courants vont à la terre par S du relais, S^2 de la boîte des coupures, fil 5 du câble U, S^2 et 3 du commutateur multiple, fil 4 du câble U, secteurs 3 et 4 de la 5e couronne, balais G, plots 12 à 16 de la 2e couronne, touches du manipulateur 2, réglette de repos, plots *r* et T du commutateur multiple, fil 7 du câble U, plots T de la boîte des coupures, terre.

L'action locale du relais sur les aiguilleurs se produit par PR^2, BT, M, 4e couronne du distributeur triple, balais H, secteurs 12 à 16 de la 1re couronne, fils 2 à 6 du câble V, plots 11-1, 12-2, 13-3, 14-4, 15-5 du commutateur multiple, fils 1 à 5 du câble Z_2, aiguilleurs, terre par le massif du traducteur, le fil 7 du câble Z_2, les plots 6-T du commutateur multiple, le fil 7 du câble U, les plots T de la boîte des coupures.

Correction. — Les courants de correction sont envoyés par le poste intermédiaire au poste principal pour le distributeur double, au poste extrême pour le distributeur triple.

Pour que le relais du poste principal provoque la correction, il faut qu'il envoie dans l'électro-correcteur un courant, et que ce courant cesse aussitôt qu'il a produit son effet; il faut donc que le poste intermédiaire envoie des courants tels que le relais, après avoir fermé son circuit local, l'ouvre aussitôt; dans l'espèce, il faut que le relais, après avoir été orienté sur son butoir

Digitized by Google

de repos (fig. 207) qui, ici, ferme le circuit local, soit ramené sur son butoir de travail qui ouvre le circuit local; ce double effet sera produit par l'envoi d'un courant négatif suivi d'un courant positif. Le plot 12 de la 2e couronne du distributeur double du poste intermédiaire est relié à la pile négative, et le plot 13 à la pile positive. En frottant sur ces plots et sur le secteur 3 de la 5e couronne, les balais G envoient sur la ligne, en passant par le relais n° 1, une émission négative suivie d'une émission positive. Au poste principal, ces courants agissent sur le relais qui envoie un courant local dans l'électro-correcteur au moment où les balais H réunissent la 5e couronne au secteur de correction.

De même, dans le distributeur triple du poste intermédiaire, le plot 18 de la 2e couronne est relié à la pile positive, et le plot 19 à la pile négative; il faut, en effet, pour actionner convenablement le relais du poste extrême, une émission positive suivie d'une émission négative. Le secteur 3 de la 5e couronne étant relié à la borne B du relais n° 2, et par conséquent à la ligne, à travers le circuit de ce relais, une émission positive, suivie d'une émission négative, sera envoyée sur la section de ligne n° 2 lorsque les balais G passeront au-dessus des secteurs 18, 19 de la 2e couronne, en même temps qu'au-dessus du secteur 3 de la 5e couronne. Ces émissions provoqueront la correction au poste extrême.

Poste extrême. — A l'intérieur du poste extrême (fig. 209), les communications sont les suivantes :

Borne L (ligne) avec le commutateur à fil préservateur, permettant de prendre, à volonté, le Morse ou le Baudot.

Borne (+) (pile positive de ligne) avec les plots (+) de la boîte des coupures.

Borne (—) (pile négative de ligne) avec les plots (—) de la boîte des coupures et une dérivation sur la borne *pile* du manipulateur Morse.

Borne PR (pile du relais) avec la borne BT du relais.

Borne PL (pile locale) avec la 6e couronne des deux distributeurs.

La borne M du commutateur à fil préservateur communique avec la borne *ligne* du manipulateur Morse, la borne B avec la borne E du relais.

La borne B du relais est reliée aux plots B de la boîte des coupures, la borne S aux plots S et au rhéostat, à la terre d'autre part, ainsi que le récepteur Morse, le commutateur à fil préservateur; la borne M est réunie aux 4es couronnes des deux distributeurs.

Digitized by Google

Le manipulateur n° 1 ne possède pas de manette; il est relié par son câble X_1 :

Fil 1 avec plot 1 de la 2e couronne du distributeur double ;
Fil 2 — 2 — —
Fil 3 — 3 — —
Fil 4 — 4 — —
Fil 5 — 5 — —
Fil 6 — 13 de la 3e couronne —
Fil 7 — (—) de la boite des coupures.

Son équerre-butoir de repos est réunie au plot *r* du commutateur multiple.

Le traducteur n° 1 est relié par son câble Z_1 au commutateur multiple, savoir :

Fil 1 avec plot 1.
Fil 2 — 2.
Fil 3 — 3.
Fil 4 — 4.
Fil 5 — 5.
Fil 6 — 7.
Fil 7 — 6.

Le manipulateur n° 2 communique :

Par son câble X_2 :

Fil 1 avec plot 12 de la 2e couronne du distributeur triple ;
Fil 2 — 13 — —
Fil 3 — 14 — —
Fil 4 — 15 — —
Fil 5 — 16 — —
Fil 6 — 11 de la 3e couronne —
Fil 7 — (—) de la boite des coupures.

Par son câble Y_2 :

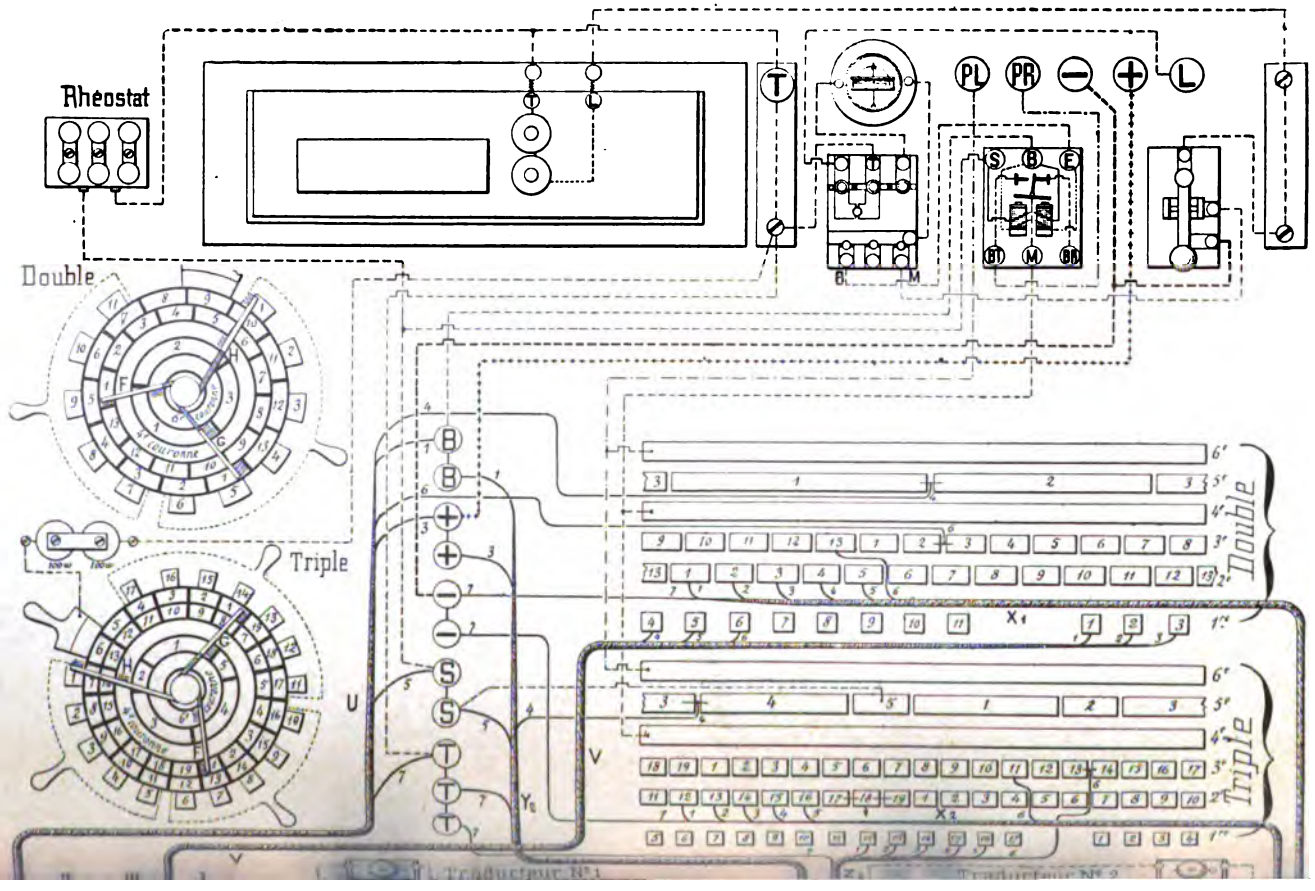
Fil 1 avec plot B de le boite des coupures,
Fil 2 libre,
Fil 3 avec plot (+) de la boite des coupures,
Fil 4 avec secteurs 3-4, de la 5e couronne du distributeur triple,
Fil 5 avec plot S de la boite des coupures,
Fil 6 libre,
Fil 7 avec plots T de la boite des coupures.

Le traducteur n° 2 communique par son câble Z_2 :

Fil 1 avec plot 12 de la 1re couronne du distributeur triple,
Fil 2 — 13 — —
Fil 3 — 14 — —
Fil 4 — 15 — —

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

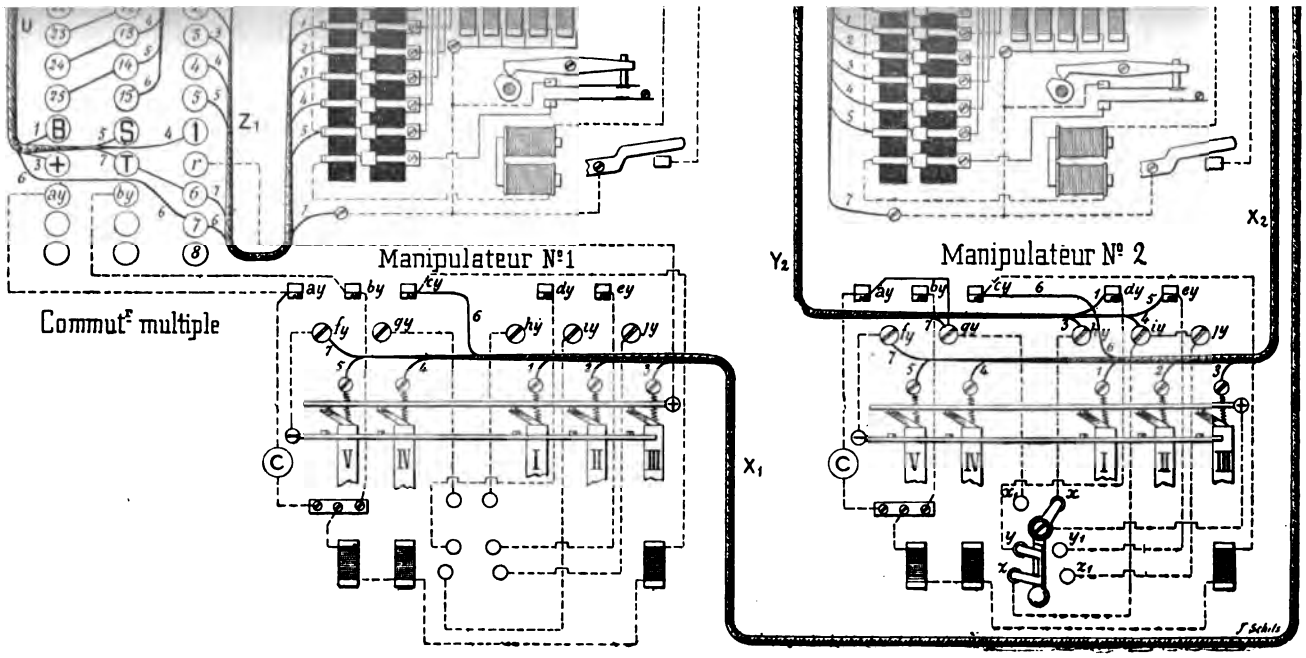


Fig. 209. — Appareil Baudot. — Postes échelonnés. — Poste extrême.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fil 5 avec plot 16 de la 1re couronne du distributeur triple,
Fil 6 — 13-14 de la 3e couronne —
Fil 7 — T de la boîte des coupures et avec la terre.

Le commutateur multiple communique par le câble V avec la 1re couronne du distributeur double, savoir :

Plot 21	avec plot	1	de la 1re couronne	par le fil 1.
Plot 22-11	—	2	—	2.
Plot 23-12	—	3	—	3.
Plot 24-13	—	4	—	4.
Plot 25-14	—	5	—	5.
Plot 15	—	6	—	6.

Il est relié par le câble U de la manière suivante :

Le fil 1 unit le plot B au plot B de la boîte des coupures,

Le fil 2 est libre,

Le fil 3 unit le plot (+) aux plots (+) de la boîte des coupures,

Le fil 4 unit le plot 1 aux secteurs 1-2 de la 5e couronne du distributeur double,

Le fil 5 unit le plot S au plot S de la boîte des coupures,

Le fil 6 unit le plot 7 aux plots 2-3 de la 3e couronne du distributeur double,

Le fil 7 unit les plots 6-T aux plots T de la boîte des coupures et à la terre.

Le secteur 5 de la 5e couronne du distributeur triple est réuni au plot S de la boîte des coupures.

Lorsque le manipulateur n° 1 va transmettre les balais F, en passant sur le secteur 13 de la 3e couronne, ont fermé le circuit de la pile locale PL (6e couronne) sur le frappeur de cadence. Par les balais F, le courant de cette pile va, à travers le fil 6 du câble X_4, au plot *cy* du manipulateur 1, traverse les accrocheurs et le frappeur, passe du plot *ay* du manipulateur au plot *ay* du commutateur multiple, de ce dernier au plot 6, au fil 7 du câble U, aux plots T de la boîte des coupures et à la terre. La manette du commutateur multiple est, en effet, orientée de telle sorte que les plots de la série I communiquent avec les plots de la série II.

Dès que le frappeur de cadence a fonctionné, la combinaison préparée est lancée sur la ligne. Les courants passent par les fils 1 à 5 du câble X_4, les plots 1 à 5 de la 2e couronne du distributeur double, les balais G, le secteur 1 de la 5e couronne, le fil 4 du câble U, les plots 1-B du commutateur multiple, le fil 1 du câble U, le plot B de la boîte des coupures, la borne B du relais. Ces courants ressortent par la borne E et vont sur la ligne par la borne B du commutateur à fil préservateur, le galvanomètre et la borne L. La borne M communiquant avec

Digitized by Google

la 4e couronne, le contrôle local est assuré par les balais H qui mettent cette couronne en relation avec les secteurs de la 1re couronne. Les courants de la pile PR passent alors par BT et M du relais, la 4e couronne, les balais H, les secteurs 1 à 5 de la 1re couronne, les fils 1 à 5 du câble V, les plots 21-1, 11-22-2, 12-23-3, 13-24-4, 14-25-5 du commutateur multiple, les fils 1 à 5 du câble Z_1, les 5 aiguilleurs du traducteur 1, le massif, le fil 7 du câble Z_1, les plots 6-T du commutateur multiple, le fil 7 du câble U, le plot T de la boîte des coupures et la terre.

Lorsque le traducteur n° 1 reçoit, les plots de la série I du commutateur multiple ont été mis en relation avec les plots de la série III par la manœuvre de la manette.

Les courants de la ligne traversent le relais de E en S et l'orientent, suivant leur sens : les courants positifs sur le butoir de travail, les courants négatifs sur le butoir de repos. Le même résultat a été obtenu pendant la manipulation du poste extrême par des courants de sens inverse, puisque ces courants ont pénétré par la borne B et sont ressortis par la borne E.

Les courants d'arrivée sortant par la borne S vont au plot S de la boîte des coupures, traversent le fil 5 du câble U, les plots S, 1 du commutateur multiple, le fil 4 du câble U, le secteur 1 de la 5e couronne du distributeur double, les balais G, les secteurs 1 à 5 de la 2e couronne, les fils 1 à 5 du câble X_1, les touches du manipulateur 1, l'équerre-butoir de repos (+), les plots *r* et T du commutateur multiple, le fil 7 du câble U, les plots T de la boîte des coupures et vont à la terre.

La réception se fait en local par la pile PR, les bornes BT et M du relais, la 4e couronne du distributeur double, les balais H, les plots 2 à 6 de la 1re couronne (en raison du retard des courants de ligne qui ont franchi l'espace compris entre le poste principal et le poste extrême). Les fils 2 à 6 du câble V conduisent ces courants aux plots 11-1, 12-2, 13-3, 14-4, 15-5 du commutateur multiple; les conducteurs 1 à 5 du câble Z_1 les amènent aux aiguilleurs du traducteur 1. Ils se rendent à la terre par le massif de ce traducteur, le fil 7 du câble Z_1, les plots 6-T du commutateur multiple, le fil 7 du câble U et les plots T de la boîte des coupures.

Le frappeur de cadence du manipulateur n° 2 fonctionne lorsque les balais F du distributeur triple réunissent la 6e couronne (pile locale) au contact 11 de la 3e couronne; la combinaison préparée est lancée sur la ligne immédiatement après. Les courants arrivent aux plots 12 à 16 par les fils 1 à 5 du câble X_2; les balais G les recueillent et les dirigent sur la ligne

Digitized by Google

par les secteurs 3 et 4 de la 5e couronne, le fil 4 du câble Y_2, le plot *iy* du manipulateur 2, la manette de ce manipulateur, le plot *dy*, le fil 1 du câble Y_2, le plot B de la boîte des coupures, les bornes B, E du relais, la borne B du commutateur à fil préservateur, le galvanomètre, la borne L et la ligne.

Les courants négatifs (courants de travail) orientent le relais sur son butoir de travail; les courants positifs (courants de repos), sur son butoir de repos.

Les courants de contrôle passent par PR, BT, M, 4e couronne du distributeur triple, balais H, plots 12 à 16 de la 1re couronne, fils 1 à 5 du câble Z_2, aiguilleurs du traducteur n° 2, massif du traducteur, fil 7 du câble Z_2, plots T de la boîte des coupures, terre.

Lorsque le traducteur n° 2 reçoit, la manette du manipulateur n° 2 est dans la position de réception. Les courants venant de la ligne pénètrent dans le relais par la borne E et en sortent par la borne S; les courants positifs (courants de travail) orientent le relais sur son butoir de travail; les courants négatifs (courants de repos) l'orientent sur son butoir de repos.

De la borne S du relais ces courants vont au plot S de la boîte des coupures, au fil 5 du câble Y_2, au plot *ey*, à la manette du manipulateur 2 (position de réception y', z'), aux plots *jy*, *iy*, au fil 4 du câble Y_2, aux secteurs 3 et 4 de la 5e couronne du distributeur triple, aux plots 12 à 16 de la 2e couronne, aux fils 1 à 5 du câble X_2, aux touches du manipulateur n° 2, à l'équerre-butoir de repos (+), à l'axe de la manette, aux plots x', *gy*, au fil 7 du câble Y_2, aux plots T de la boîte des coupures et à la terre.

La réception se fait en local par la pile PR, les bornes BT et M du relais, la 4e couronne du distributeur triple, les balais H, les contacts 12 à 16 de la 1re couronne, les fils 1 à 5 du câble Z_2, les aiguilleurs, le massif du traducteur 2, le fil 7 du câble Z_2, les plots T de la boîte des coupures, la terre.

L'impression s'opère mécaniquement.

Pour le traducteur n° 1, le circuit de l'électro-frein est fermé au moment du passage des balais F sur les plots 2-3 de la 3e couronne du distributeur double.

Pour le traducteur n° 2, le circuit de l'électro-frein est fermé au moment du passage des balais F sur les plots 13-14 de la 3e couronne du distributeur triple.

Le courant de correction, envoyé par le poste intermédiaire, arrive au poste extrême lorsque les balais G du distributeur triple passent par le secteur 5 de la 5e couronne; il se rend

Digitized by Google

à la terre par les plots 17-18-19 de la 2e couronne. A ce moment, les balais H passent sur le secteur de correction, et le circuit de la pile PR est fermé sur l'électro-correcteur par PR, BT, M, 4e couronne du distributeur triple, balais H, électro-correcteur, massif, plots T de la boîte des coupures et terre.

Installations diverses. — Nous n'avons décrit que trois types principaux des installations réalisées par M. Baudot, et nous ne saurions nous étendre davantage sur ce sujet. Cependant, les combinaisons possibles sont excessivement nombreuses et donnent lieu, chaque année, à de nouvelles applications répondant aux exigences du service de l'exploitation. L'aménagement des postes échelonnés a été déjà un fait considérable qui, pour l'exploitation économique du réseau, rend de signalés services; aujourd'hui, M. Baudot va plus loin; il a organisé entre Paris et Rome et entre Paris et Milan des installations avec translation à Turin pour Paris-Rome, à Lyon pour Paris-Milan. Pour réaliser ces dispositions, il lui a fallu imaginer un commutateur inverseur automatique; cet organe est constitué par un distributeur.

Lorsque le service de l'exploitation dispose de deux fils, l'un peut être affecté à la transmission, l'autre à la réception; c'est le cas de Paris-Marseille. Le commutateur-inverseur automatique n'est plus nécessaire. et on se contente de disposer des relais translateurs à la station intermédiaire, à Lyon pour la ligne Paris-Marseille. Une dérivation des courants de ligne traverse, par l'intermédiaire d'une résistance de 10,000 ohms environ, un relais de contrôle qui actionne un parleur dont le bruit spécial permet au poste translateur de suivre et de contrôler la marche du service. Le parleur permet, en outre, à l'employé préposé à la surveillance des relais, d'intervenir directement, en cas de besoin, et de correspondre en langage Morse avec les postes extrêmes.

Pour adapter ses appareils aux lignes souterraines, si difficiles à desservir par les télégraphes rapides, M. Baudot eut l'idée de sectionner les longues lignes et d'installer des translateurs aux stations intermédiaires; c'est ainsi que fut réalisée la communication Paris-Bordeaux par le Baudot avec postes translateurs, à Orléans, Tours, Poitiers et Angoulême.

Dans d'autres types d'installation, M. Baudot emploie ce qu'il appelle des *retransmetteurs;* ici, il y a plus qu'une translation, il y a véritablement retransmission automatique des signaux emmagasinés par le traducteur qui les a reçus; ce traducteur se comporte, vis-à-vis la seconde section de la ligne, comme un véritable manipulateur. Le jeu d'un commutateur multiple permet d'ailleurs de substituer aux organes retransmetteurs des

Digitized by Google

manipulateurs ordinaires, de sorte que l'on peut, à volonté, obtenir, par exemple, une communication Paris-Nice ou deux communications Paris-Lyon et Lyon-Nice.

Parmi les appareils accessoires imaginés par M. Baudot pour parfaire les installations de son système, nous devons citer, sans nous y arrêter, un manipulateur alphabétique; c'est un clavier de 32 touches portant tous les signaux gravés sur la roue des types, et en plus le blanc des lettres et le blanc des chiffres. On emploie ce manipulateur comme le clavier de l'appareil Hughes, mais il faut conserver la cadence comme avec le manipulateur ordinaire.

M. Baudot a également réalisé un perforateur et un transmetteur pour la transmission automatique des signaux de ses appareils. La bande perforée est large de 22 millimètres. La rangée des trous pour l'entraînement du papier est située, par rapport aux signaux perforés, dans la même position que la touche noire qui sépare les deux groupes de touches actives du manipulateur ordinaire.

La cadence n'étant plus nécessaire, il devient possible de perforer 210 signaux par minute.

Le transmetteur automatique est monté sur le prolongement de l'arbre d'un traducteur ordinaire.

Manipulation. — Assis devant son manipulateur, l'employé le manœuvre en suivant la cadence qui lui est donnée par le frappeur; en pratique, celui-ci frappe de 160 à 180 coups par minute, ce qui permet de transmettre autant de signaux. L'index, le médius et l'annulaire de la main droite de l'employé commandent les trois touches de droite; l'index et le médius de sa main gauche commandent les deux touches de gauche. Les doigts doivent presser sur les touches au moment même où le frappeur de cadence se fait entendre, et la pression doit se prolonger le plus longtemps possible dans l'intervalle séparant deux coups successifs; on peut même se dispenser de relever les doigts dont l'abaissement doit être utilisé dans la combinaison suivante.

Les lettres de chaque mot se transmettent les unes après les autres, les mots sont séparés par des espaces blancs; on doit remarquer, à cet égard, que l'abaissement de la touche IV par l'index de la main gauche produit dans le récepteur correspondant le même effet que la touche dite *blanc des chiffres* de l'appareil Hughes; l'abaissement de la touche V par le médius de la main gauche produit le même effet que la touche dite *blanc des lettres* de l'appareil Hughes.

Digitized by Google

L'abaissement simultané des touches IV et V détermine l'impression du signal * qui sert à l'employé manipulant pour indiquer qu'il a fait erreur; ce signe se trouve dans la série des lettres ainsi que dans la série des chiffres et des signes de ponctuation.

Les observations suivantes permettront d'apprendre rapidement le tableau de manipulation que chaque employé doit connaître par cœur.

1° Les voyelles A É E I O U Y se font avec la main droite seule, en abaissant isolément ou simultanément les touches I, II, III, savoir :

A touche I,
É touches I, II,
E touche II,
I touches II, III,
O touches I, II, III,
U touches I, III,
Y touche III.

Les 21 consonnes sont divisées en trois groupes :

B	C	D	F	G	H	J
K	L	M	N	P	Q	R
S	T	V	W	X	Z	ṯ

La combinaison reproduisant l'une quelconque des consonnes exige l'intervention des deux mains; elle se compose de la combinaison propre à l'une des voyelles à laquelle vient s'ajouter l'action de la main gauche, savoir : abaissement de la touche IV pour le 1er groupe; abaissement des touches IV, V pour le 2e groupe; abaissement de la touche V pour le 3e groupe.

Tenant compte de ces observations et sachant comment on transmet les voyelles, on apprendra les consonnes en leur associant, comme dans le tableau suivant, la voyelle qui leur sert de base.

By	Cu	Do	Fi	Ge	Hé	Ja
Ry	Qu	Po	Ni	Me	Lé	Ka
Sy	Tu	Vo	Wi	Xe	Zé	ṯa

Il suffit de transmettre la voyelle avec la main droite, en lui adjoignant la manœuvre de la main gauche correspondant au groupe auquel appartient la consonne considérée.

Sources d'électricité utilisées par les appareils Baudot. — La pile Callaud, en raison de sa constance, convient parfaitement

Digitized by Google

aux installations Baudot; c'est elle que l'on utilise. Dans quelques grands bureaux, on a substitué à cette pile des accumulateurs, à titre d'essai, et les résultats ont été très satisfaisants.

Bien que les deux modèles d'éléments Callaud puissent être employés, on préfère le grand modèle, dont l'entretien est plus facile. Pour les piles locales, on fait usage de l'élément dont le zinc est contourné en spirale et dont la résistance est de 4 ohms au lieu de 6 comme dans l'élément ordinaire.

Les différentes piles utilisées dans les installations ont les compositions suivantes :

Piles de ligne : 20 à 100 éléments à zincs ordinaires,

Pile locale n° 1 : 25 éléments à zincs en spirale,

Pile locale n° 2 : 25 éléments à zincs en spirale pour les installations doubles et les postes échelonnés, 30 éléments pour les installations quadruples,

Petites piles de relais : 10 éléments à zincs ordinaires,

Pile de moteur : 30 à 50 éléments à zincs en spirale, le nombre d'éléments variant suivant le type de moteur utilisé.

Il est bon de mesurer une fois par semaine, à l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre, les piles en service.

Rendement. — Suivant le mode d'installation, chaque Baudot peut transmettre 1, 2, 3 ou 4 lettres par révolution des balais, ce qui, à raison de 180 tours par minute, donne, dans le même temps, 180, 360. 540 ou 720 lettres.

Un manipulateur fournit pratiquement 1765 mots à l'heure.

Une installation double, donnant 3530 mots à l'heure, occupe, à chaque station, trois employés dont deux transmettent et reçoivent, tandis que le troisième dirige le service et inscrit les dépêches.

Une installation quadruple, produisant 7060 mots à l'heure, emploie six agents à chaque poste : quatre qui transmettent et qui reçoivent, un qui inscrit les dépêches, un qui dirige le service.

Un dirigeur peut d'ailleurs suffire pour deux installations voisines.

Règles de service (1). — Un manipulateur et un traducteur reliés à un des secteurs du distributeur constituent un *secteur* de l'installation. Les secteurs d'une installation sont distingués les uns des autres par des numéros d'ordre.

« Chacun des secteurs d'une installation est desservi par un agent qui est désigné soit sous le nom *d'agent manipulant* ou

(1) Ces renseignements sont extraits des instructions administratives.

Digitized by Google

d'agent transmetteur, soit sous le nom *d'agent receptionnaire*, suivant que le secteur que cet agent dessert est affecté à la transmission ou à la réception.

« Quand la communication établie entre deux postes ne comporte qu'une seule transmission à la fois, l'agent desservant cette communication, à chaque extrémité de la ligne, est alternativement préposé à la transmission et à la réception.

« Quand la communication établie entre deux postes comporte plusieurs transmissions simultanées, chacune de celles-ci s'effectue dans une direction constante et déterminée. Toutefois, les exigences du trafic peuvent obliger, dans certains cas, à se départir de cette règle, en faisant servir un secteur à des transmissions alternativement dirigées dans l'un et l'autre sens.

« Lorsque chacun des secteurs de l'installation est spécialement et exclusivement affecté soit à la transmission, soit à la réception, les observations et renseignements que nécessitent les détails du service ne peuvent être échangés directement entre les agents des deux secteurs correspondants; ils exigent la coopération des agents desservant l'un des autres secteurs opérant dans un sens différent.

« En conséquence, l'installation est disposée pour que, dans le même poste, deux agents desservant un secteur différent, dont l'un transmet alors que l'autre reçoit, occupent des places voisines, ce qui leur permet de se prêter constamment un mutuel concours. »

Un procès-verbal journalier sert à l'inscription des télégrammes pour chaque secteur.

Les incidents de service sont inscrits sur un registre-journal.

Le réglage des organes et le fonctionnement régulier des installations sont exclusivement assurés par des *dirigeurs* possédant les connaissances techniques et les aptitudes requises pour cet emploi.

Le dirigeur règle et met en état, avant l'ouverture du service, les appareils des installations dont il a la surveillance. Il veille à tous les détails intéressant le fonctionnement des appareils, change ceux-ci quand il le juge nécessaire et fait toutes les vérifications que comporte la recherche des dérangements. Il répartit le travail entre les autres agents et tient le registre-journal.

« Au début de la séance ou après une suspension dans le service des transmissions, l'invitation à transmettre est donnée à l'agent manipulant par le dirigeur qui vient de s'assurer du fonctionnement régulier de la communication. L'agent manipu-

Digitized by Google

lant s'assure d'abord que son correspondant est prêt à recevoir de lui, et pour cela lui transmet la question suivante : « Puis-je marcher ici? » Si la communication comporte plusieurs transmissions simultanées, la réponse lui est apportée par l'intermédiaire du secteur voisin, sous la forme suivante, par exemple : « Oui, marchez sur 3. » Si la communication ne comporte qu'une seule transmission à la fois, il reçoit lui-même la réponse : « Marchez ».

« Si les deux postes correspondants sont en communication par un seul secteur à la fois, le service se fait par séries alternatives ne pouvant dépasser 10 télégrammes. Si la série atteint ce nombre, le manipulant la termine en disant : « Fait 10 », sinon, il indique le nombre de télégrammes dont elle se compose en disant, par exemple : « Fait 6 ».

Lorsque certains secteurs sont exclusivement affectés à la transmission, pendant que les autres servent exclusivement à la réception, les télégrammes transmis se succèdent sans interruption, mais sont quand même divisés en séries de 10. Après chaque série, l'agent manipulant dit : « Fait 10, je continue. »

Si l'accusé de réception d'une série ne parvient pas au poste qui l'a transmise pendant la transmission de la série suivante, la transmission est momentanément interrompue, et des explications sont demandées au poste correspondant.

« Entre chacun des télégrammes d'une série, l'agent manipulant transmet les renseignements et les rectifications que son correspondant peut lui avoir demandés par l'intermédiaire de l'agent préposé à la réception sur le secteur voisin. Dans les mêmes conditions, il transmet également les accusés de réception, rectifications, etc., que lui confie, sous forme de notes écrites, l'agent réceptionnaire voisin. »

Lorsque l'agent réceptionnaire veut interrompre la transmission de son correspondant, il le demande à son voisin, l'agent manipulant; celui-ci donne alors un signal conventionnel formé par la lettre P plusieurs fois répétée.

Les bandes des télégrammes reçus sont collées dans les mêmes conditions que celles de l'appareil Hughes. Les bandes non collées sur les formules sont recueillies et enroulées; elles servent à vérifier l'exactitude de la transmission et, le cas échéant, à déterminer les responsabilités.

Digitized by Google

CHAPITRE X

APPAREILS UTILISÉS EN FRANCE SUR LES LIGNES SOUS-MARINES
APPAREIL WHEATSTONE. — SIPHON RECORDER

NÉCESSITÉ D'EMPLOYER DES APPAREILS SPÉCIAUX. — APPAREIL WHEATSTONE, principe. — PERFORATEUR. — PERFORATEUR PNEUMATIQUE. — TRANSMETTEUR, mouvement d'horlogerie, organes de transmission, communications intérieures. — MANIPULATEUR-COMMUTATEUR. — RÉCEPTEUR, mouvement d'horlogerie, organe électro-magnétique, mécanisme enregistreur. — COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — INSTALLATION DES POSTES. — RÉGLAGE ET ENTRETIEN DES APPAREILS, perforateur, transmetteur, récepteur. — MANIEMENT DES APPAREILS. — SIPHON RECORDER, principe. — MANIPULATEUR. — RÉCEPTEUR. — INSTALLATION DES POSTES. — APPLICATION DE LA TRANSMISSION AUTOMATIQUE WHEATSTONE AU SIPHON RECORDER SUR LES CABLES SOUS-MARINS, SYSTÈME BELZ ET BRAHIC, perforateur, transmetteur, relais Froment monté en inverseur. — INSTALLATION DES POSTES. — RELAIS ROUCH ET HAUTREUX. — PERFORATEUR TERRIN. — APPLICATION DE LA TRANSMISSION AUTOMATIQUE WHEATSTONE AUX COMMUNICATIONS FRANCO-DANOISES. — Ondulateur Lauritzen.

Nécessité d'employer des appareils spéciaux. — Les dépenses qu'entraînent la construction, la pose et l'entretien d'un câble sous-marin sont telles qu'on ne saurait multiplier à l'infini ces voies de communication, comme on pourrait le faire pour les lignes aériennes du réseau continental. Il convient donc, pour obtenir une exploitation économique, de tirer le meilleur parti possible des câbles en service, de leur faire produire leur rendement maximum.

Mais ce rendement dépend non seulement de la nature du câble et des phénomènes électriques dont il est le siège, mais aussi de la sensibilité des appareils employés pour la réception des signaux.

Parmi les difficultés qui tiennent à la nature des câbles, il faut placer en première ligne la résistance et la capacité qui ont pour effet de ralentir la propagation des signaux. Ces phénomènes de ralentissement dus à la résistance et à la capacité ne sont pas le propre des câbles sous-marins; on les retrouve sur les conducteurs aériens, mais ils y sont très peu sensibles et ne deviennent gênants que sur les lignes de grande étendue.

Digitized by Google

Sur les câbles qui n'ont pas un grand développement, sur les câbles de la Manche, par exemple, les causes perturbatrices des transmissions n'ont pas une influence considérable; il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit des câbles transatlantiques et même des câbles de la Méditerranée,

Les câbles souterrains sont, dans les mêmes proportions, le siège de phénomènes identiques.

Si on met en communication avec une pile un conducteur télégraphique isolé à son autre extrémité, ce conducteur se charge très rapidement et prend, dans toute son étendue, le même potentiel que la pile.

Si, à ce moment, on interrompt la communication entre la pile et le conducteur et que celui-ci reste isolé à ses deux bouts, il conserve sa charge, mais la conserve plus ou moins longtemps, suivant son degré d'isolement tout le long de son parcours. S'il s'agit d'un fil aérien, la charge diminue très rapidement, en raison des pertes produites par son contact avec l'atmosphère et avec les nombreux supports. S'il s'agit, au contraire, d'un câble souterrain ou sous-marin bien isolé, la charge persiste pendant très longtemps.

Si, au moment où nous avons fait cesser la communication entre le conducteur chargé et la pile, nous substituons à celle-ci un galvanomètre relié d'autre part à la terre, le galvanomètre accusera le passage d'un courant de sens inverse au courant de charge; c'est le *courant de décharge* ou *courant de retour*. Si l'isolement du conducteur était parfait, le courant de décharge serait égal au courant de charge; il n'en est jamais ainsi, mais son intensité est d'autant plus grande que la décharge a suivi de plus près la charge.

Tous les praticiens ont observé ces courants qui, dans l'appareil Morse notamment, produisent parfois dans le récepteur une attraction brusque de l'armature lorsque, après l'émission d'un signal, le manipulateur revient au repos.

La charge que prend un conducteur mis en relation avec une pile déterminée, dans les conditions que nous venons d'indiquer, dépend de sa *capacité*. La capacité des lignes aériennes est très faible relativement à celle des câbles souterrains ou sous-marins; la charge y est donc beaucoup plus faible et la décharge aussi; pour un câble de même longueur qu'une ligne aérienne donnée, la charge produite par la même pile est environ 40 fois plus forte dans le câble que dans le fil aérien.

La capacité des câbles dépend de la nature du diélectrique, de son épaisseur et du diamètre du conducteur; elle est d'autant

Digitized by Google

plus faible que l'enveloppe isolante est plus épaisse. On voit par là que la spécification des câbles a une grande importance, si nous admettons que la capacité entre comme facteur dans le rendement.

La propagation de l'électricité à travers un fil conducteur n'est pas instantanée, en raison même de la résistance et de la capacité de ce conducteur. A l'extrémité en relation avec la pile, il se produit un flux d'électricité qui va en décroissant jusqu'à ce qu'il ait atteint une certaine valeur qui constitue le *régime permanent;* à l'autre extrémité, le courant prend des valeurs croissantes jusqu'à ce qu'il ait atteint sa valeur définitive. La période qui s'écoule entre le moment de l'émission de courant et le moment où celui-ci a acquis sa valeur normale se nomme l'*état variable*.

La durée de l'état variable est indépendante de la force électromotrice de la pile, mais elle dépend de toutes les résistances du circuit, de la capacité du conducteur et de la self-induction du récepteur qui a pour effet de diminuer l'intensité du courant émis.

Le temps qui s'écoule entre la transmission d'un signal et sa réception est, pour des lignes d'égale longueur, beaucoup plus grand sur les lignes souterraines et sous-marines que sur les lignes aériennes.

De même pour produire un nouveau signal, il faut attendre que la ligne soit déchargée, et la décharge est beaucoup plus lente sur les lignes souterraines et sous-marines que sur les lignes aériennes.

Il en résulte que la transmission est beaucoup moins rapide sur les lignes souterraines et sous-marines que sur les lignes aériennes de même longueur.

Différents procédés ont été imaginés pour augmenter la vitesse de transmission sur les longs câbles. Ils consistent à mettre la ligne à la terre après chaque signal pour favoriser sa décharge ou à envoyer à travers le conducteur un courant de sens contraire au courant précédent, ce qui produit le même résultat. On emploie aussi avec succès des condensateurs qu'à chaque extrémité de la ligne on interpose entre celle-ci et les appareils. C'est en combinant ces différents procédés que l'on est parvenu à améliorer le rendement des lignes souterraines et des lignes sous-marines.

L'appareil Morse et l'appareil Hughes sont employés sur les lignes sous-marines de peu d'étendue, mais on est obligé d'avoir recours à des appareils plus sensibles lorsque la longueur des

Digitized by Google

lignes atteint 400 milles marins, soit 740 kilomètres. On a utilisé d'abord, comme récepteur, le galvanomètre à miroir, mais cet appareil ne laissant aucune trace des signaux, on lui a substitué le *siphon recorder* ou *siphon enregistreur*, imaginé par sir W. Thomson en 1867; on a enfin adapté à cet appareil le système de transmission automatique de Wheatstone. Actuellement, les câbles de la Manche sont desservis par des appareils Hughes, le câble de Calais à Fredericia par le système automatique Wheatstone, les câbles d'Algérie par le siphon recorder avec transmission automatique.

Nous ne nous occuperons pas des câbles exploités par différentes compagnies.

APPAREIL WHEATSTONE

Principe. — L'appareil Wheatstone, dont l'usage a été plus répandu en France pendant quelques années qu'il ne l'est aujourd'hui, dessert encore un grand nombre de lignes en Angleterre.

Il rentre dans la catégorie des appareils automatiques à composition préalable et enregistre les télégrammes en signaux Morse.

Plusieurs appareils du même genre, successivement essayés, ont été mis à l'écart, par suite des inconvénients qu'ils présentaient dans la pratique, tels sont l'appareil électro-chimique de Bain expérimenté en Angleterre et l'appareil rapide de MM. Chauvassaigne et Lambrigot qui, vers 1863, fut mis en service pendant quelque temps en France. Wheatstone a su éviter les inconvénients de ces systèmes tout en conservant au sien la vitesse qui lui est propre.

Quelque habile que puisse être un employé manœuvrant un manipulateur Morse, il est impuissant à dépasser une certaine vitesse, bien inférieure à celle que peut atteindre la succession des signaux sur la ligne; si donc on parvient à augmenter la rapidité de succession des signaux, on augmentera aussi le rendement de la ligne.

Le principe des appareils automatiques à composition préalable consiste à faire préparer par plusieurs agents des bandes de papier sur lesquelles ils enregistrent en signaux conventionn-

Digitized by Google

nels les signaux à transmettre, à placer les bandes ainsi préparées sous un laminoir qui les entraîne rapidement en assurant leur traduction en signaux Morse et, à l'arrivée, à répartir les bandes de signaux Morse entre un nombre convenable d'agents qui sont chargés de les transcrire.

Par suite d'une conception fort ingénieuse qui fait, en quelque sorte, du télégraphe Wheatstone un métier Jacquard électrique, les télégrammes sont préparés sur des bandes de papier par la perforation de trous qui, *à priori*, ne rappellent pas à l'œil les signaux de l'alphabet Morse et qui en permettront cependant l'exacte reproduction.

Pour préparer ces bandes, il faut des instruments nommés *perforateurs*. Les bandes préparées sont confiées à un *transmetteur* automatique réglant les émissions de courants qui, à l'arrivée, produiront des traits et des points.

Le *récepteur*, à l'arrivée, enregistre les télégrammes en signaux Morse. Tels sont les trois organes essentiels du télégraphe Wheatstone; mais, en vue de parer aux éventualités, on place habituellement, dans chaque installation, un manipulateur spécial que l'on peut manœuvrer à la main.

Perforateur. — Pour la composition des signaux, on fait usage d'un papier spécial, fort et d'aspect parcheminé, il est préparé à l'huile de lin et de sa qualité dépendent en partie la bonne exécution du travail de perforation.

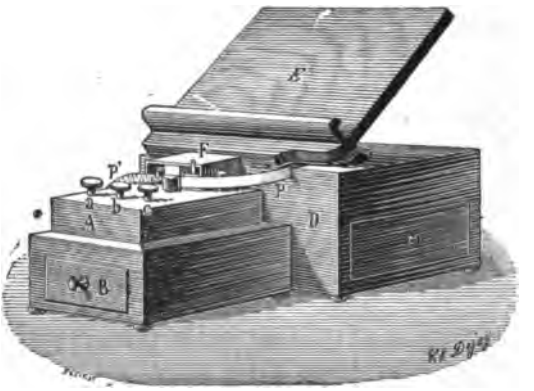


Fig. 210. — Perforateur Wheatstone.

Le perforateur (fig. 210) est formé par une boîte métallique d'où émergent trois pistons sur lesquels l'employé frappe avec deux petits marteaux en bois, terminés par des blocs de caoutchouc pour amortir les chocs sur les pistons; il tient un marteau de chaque main.

La boîte métallique est posée sur une caisse en bois qui reçoit les résidus de papier provenant de la perforation. En arrière est une autre caisse en bois, plus grande que la première, et qui

Digitized by Google

contient un rouet horizontal sur lequel est emmagasiné le rouleau de papier à perforer. Au-dessus de cette caisse, un pupitre permet de poser les télégrammes à préparer.

La perforation se fait au moyen de poinçons ou emporte-pièce, commandés par les trois pistons dont nous avons parlé ; ces poinçons sont de deux calibres différents ; les plus gros sont destinés à percer les trous correspondant au commencement et à la fin des signaux, les plus petits perforent les trous qui servent à faire avancer la bande de papier. Ces trous sont disposés sur trois rangées, la rangée du milieu étant occupée par les trous les plus petits.

Le signal qui figure le *point* est formé par trois trous placés sur la même verticale : o / o / o ; le *trait* est formé par quatre trous formant un losange dont les deux gros trous occupent les angles aigus : o / o o / o ; les espaces blancs sont représentés par une série plus ou moins grande de petits trous de la ligne du milieu.

L'aspect d'une bande est celui de la figure 211 qui représente les mots : *progress of the telegraph.*

Le piston de gauche sert à composer les points, le piston de droite est affecté aux traits et celui du milieu aux espaces blancs entre les signaux et entre les mots.

Chacun des trois pistons (fig. 212) commande un levier horizontal. Ces leviers L vont en se rapprochant jusqu'à ce que, traversés par l'axe O qui leur est commun, ils se relèvent à angle droit ; ils sont alors très voisins les uns des autres et séparés seulement par des rondelles métalliques intercalées

Fig. 211. — Bande Wheatstone perforée.

Digitized by Google

entre eux sur l'axe. Un ressort antagoniste R ramène chaque levier et chaque piston à sa position de repos lorsqu'il a été abaissé. Des rondelles de caoutchouc et de feutre *c*, *f*, amortissent les chocs.

Les têtes T_1, T_2, T_3 des trois leviers L, lorsqu'elles sont portées en avant par l'abaissement des pistons correspondants, agissent sur un jeu de poinçons qui sont également portés en avant, mais il est à remarquer que les têtes des leviers n'occupent pas la même position que les pistons : ainsi, la tête du levier du piston de gauche se trouve bien à gauche, mais celle du levier du milieu est reportée à droite et celle du piston de droite est entre les deux autres.

Les poinçons sont au nombre de cinq; ce sont des aiguilles cylindriques, en acier trempé, disposées en trois étages

1
2 4
3 5

les nombres impairs représentent les trois poinçons les plus gros.

Les cinq poinçons sont engagés dans une pièce mobile M, de forme ovale, qui peut glisser sur deux guides en acier *a*, *b*, entourés de ressorts à boudin; tous les poinçons traversent librement cette plaque, sauf un, le poinçon n° 2, qui fait corps avec elle. Ce poinçon est, en effet, entouré d'un manchon en laiton *m* qui est soudé à la plaque M.

Les poinçons se composent d'une tige, d'un bloc et d'une ou de deux goupilles; les plaques A et B leur servent de guides. En avant de la plaque B se trouve une autre plaque D semblablement percée et, entre les deux plaques, un espace vide par lequel passe la bande à perforer.

La figure 212 montre comment fonctionnent les poinçons. Le levier T_1 représente le *point*, T_2 l'espace blanc et T_3 le *trait*.

Les ressorts à boudin qui entourent les guides *a* et *b* forcent les blocs des poinçons à s'appuyer contre la pièce A, les goupilles émergeant en arrière en regard des têtes T_1, T_2, T_3 des pistons.

En X, Y, Z, on voit les trois étages de poinçons qui, dans le perforateur, sont superposés, X représentant l'étage supérieur avec le poinçon n° 1, Y la couche du milieu avec les poinçons 2 et 4, Z la couche inférieure avec les poinçons 3 et 5. En superposant par la pensée ces trois dessins on voit que :

1° L'abaissement du talon T_2 provoque la marche en avant du

Digitized by Google

poinçon n° 2 (espace blanc). En s'abaissant, le talon T_2 rencontre la goupille g_5 du poinçon n° 2 et pousse en avant la plaque M; cette plaque comprime les ressorts à boudin des guides *a*, *b*, et

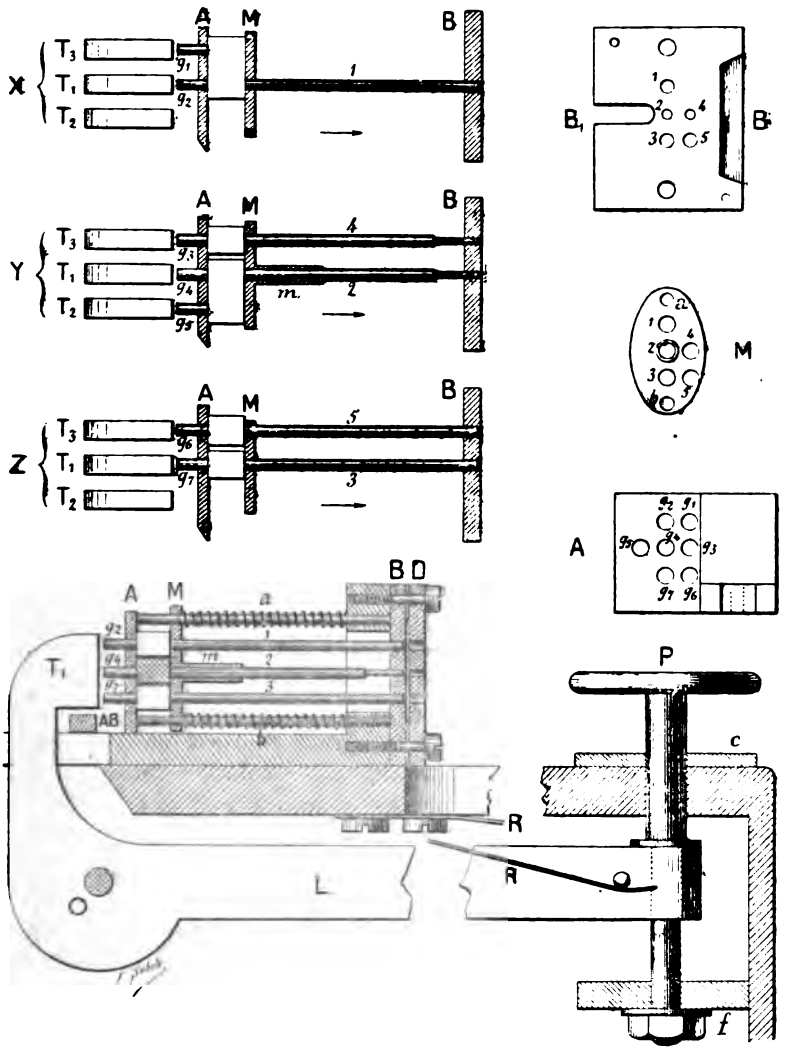


Fig. 212. — Perforateur Wheatstone (pistons et poinçons).

s'avance dans la direction de la flèche. Les poinçons 1, 3, 4 et 5 rencontrant la bande de papier, glissent dans les trous de la plaque M et seul, le poinçon n° 2, fixé à la plaque M, traverse

Digitized by Google

la bande de papier en la perforant (trou n° 2 sur la plaque B).

2° L'abaissement du talon T_1 provoque la marche en avant des poinçons 1, 2, 3 (point). En s'abaissant, le talon T_1 rencontre les goupilles g_2, g_4, g_7 et pousse en avant, avec la plaque M, les poinçons 1, 2, 3 qui perforent la bande de papier (trous n°s 1, 2, 3 sur la plaque B); les poinçons 4 et 5 sont arrêtés par le papier et glissent dans les trous de la plaque M.

3° L'abaissement du talon T_3 provoque la marche en avant des poinçons 1, 2, 4 et 5 (trait). En s'abaissant, le talon T_3 rencontre les goupilles g_1, g_3, g_6 et pousse en avant avec la plaque M les poinçons 1, 2, 4, 5, qui perforent la bande de papier (trous 1, 2, 4, 5 de la plaque B); le poinçon 2 est en effet entraîné par la plaque M, dont il est solidaire, mais le poinçon 3 glisse à travers le trou de cette plaque.

Après chaque perforation, le ressort R ramène le piston abaissé à sa position de repos, tandis que les ressorts à boudin des tiges *a*, *b* font rétrograder la plaque M et tous les poinçons qui ont été portés en avant.

Après chaque perforation, il faut aussi que la bande de papier avance, mais on remarquera que l'espace occupé par la perforation d'un trait est double de celui qu'occupe la perforation d'un point; il faudra donc, pour que le même espacement existe entre les signaux, qu'après chaque trait l'avancement du papier soit le double de ce qu'il est après un point.

L'avancement du papier est assuré par une *roue d'entraînement* dont les dents s'engagent dans les petits trous de la ligne médiane de la bande perforée. Cette roue *a* (fig. 213) porte dix dents, dont l'écartement est égal à l'intervalle qui sépare deux trous de la ligne médiane de la bande. Elle est montée sur une chape $b\ b_1$ dont l'une des branches se prolonge jusqu'en *c*. La chape $b\ b_1$ peut pivoter sur les goupilles $g\ g_1$ qui lui servent d'axe et sur lesquelles elle est maintenue par le ressort en acier *r*. La vis *v* sert à régler la pression de la roue *a* sur la bande de papier qui passe devant elle.

Sous les têtes de levier T_2, T_4, T_5 se trouve le levier en acier AB, pivotant autour de la vis à centre B et articulé en A avec un autre levier AD, également en acier. Ce levier AD prend un point d'appui sur la goupille d'arrêt C et, par le ressort à boudin R, est uni au levier E G F qui pivote autour de l'axe G et est réglé par la vis v_1 dont la pointe s'appuie sur le talon F. Le cliquet H est articulé sur le levier AD et le ressort *h* maintient les dents de ce cliquet en contact avec la roue *a*. Le levier coudé I J K, mobile autour du point J, limite la course du cliquet

Digitized by Google

vers la droite en s'appuyant sur ce dernier; sa position est réglée par les vis v_2, v_3. Vers la gauche, la course du cliquet est limitée par le bec Z d'une pièce solidaire du piston T_3; cette pièce que nous n'avons pu représenter sur le dessin d'ensemble est accolée, suivant la ligne xy, le long de la paroi verticale du perforateur

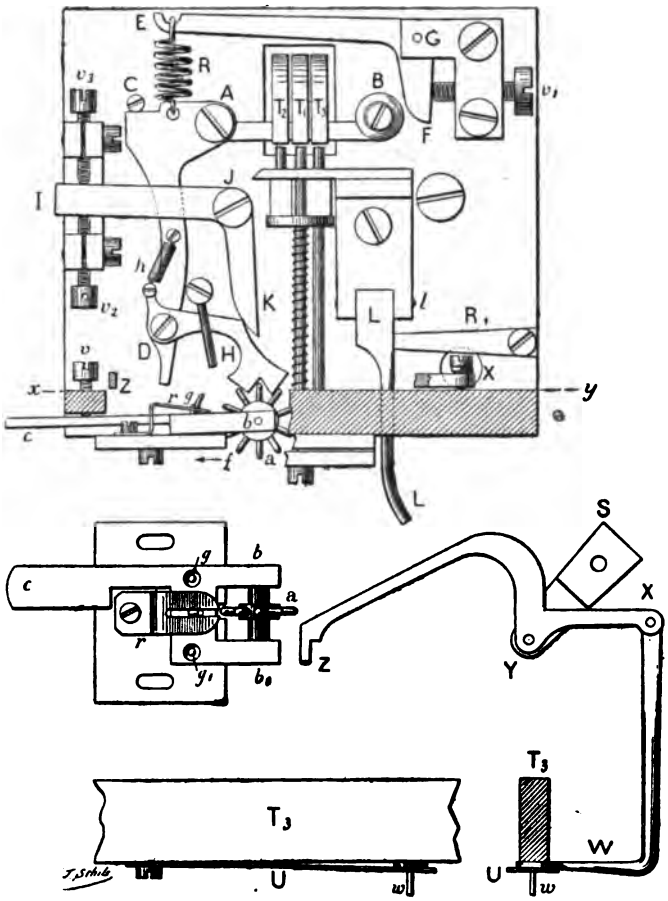


Fig. 213. — Perforateur Wheatstone (entraînement du papier).

figurée en coupe. La pièce LL, montée sur la goupille l, est un guide-papier que le ressort-lame R_1 maintient horizontal.

Les dents de la roue d'entraînement s'engagent dans l'entaille B_1 de la plaque B (fig. 212) et, par là, pénètrent dans les trous de la ligne médiane de la bande de papier. Lorsqu'on abaisse l'un des pistons T_1 ou T_2, le levier AB (fig. 213) est poussé

Digitized by Google

d'arrière en avant et communique au levier AD un mouvement de droite à gauche. Ce levier, prenant son point d'appui sur la goupille C, entraîne le cliquet H dans son mouvement de droite à gauche, mais il est à remarquer qu'à ce moment le ou les poinçons, commandés par les pistons T_1 ou T_2, sont engagés dans la bande perforée et l'immobilisent; la roue *a* elle-même, dont les dents sont engagées dans les trous de la bande ne peut se déplacer et, grâce à l'élasticité du ressort *h* le cliquet H saute par-dessus les dents de la roue d'entraînement.

Dès que l'action du piston cesse, les leviers AB, AD et le cliquet H reviennent à leur position initiale, ramenés par le ressort antagoniste R; les poinçons se sont également retirés, de sorte que la bande n'est plus arrêtée; alors, le cliquet H, en revenant vers la droite, pousse la dent de la roue d'entraînement, en prise avec sa pointe, et fait tourner cette roue dans la direction de la flèche *f*; la bande perforée est entraînée et avance de l'espace compris entre deux trous.

Lorsqu'on abaisse le piston T_3, le déplacement de la bande doit être double puisque l'espace occupé par la combinaison $\begin{smallmatrix} o & \\ o & o \\ & o \end{smallmatrix}$ est double des autres; c'est alors qu'intervient la pièce WXYZ. Cette pièce est commandée par la touche T_3 contre laquelle le ressort U la maintient appuyée; elle est articulée en X et en Y et soutenue par l'équerre S le long de la paroi verticale *xy* du perforateur. La pointe Z sert, comme nous l'avons dit, à limiter la course du levier AD et du cliquet H. Mais lorsqu'on abaisse la touche T_3 la pointe Z se relève; d'autre part, le talon T_3 agissant sur le levier AB près de son point d'attache, produit un déplacement angulaire de ce levier beaucoup plus considérable que celui que provoquent les talons T_1, T_2; le levier AD s'incline donc davantage vers la gauche, sa course n'étant plus limitée par la pointe Z, et le cliquet H saute par-dessus deux dents de la roue *a* immobilisée par la bande traversée par les quatre poinçons.

Lorsque le talon T_3 se relève, le cliquet revient vers la droite, en poussant successivement deux dents de la roue *a* et en faisant avancer d'autant la bande de papier; la pointe Z a repris en même temps sa position d'arrêt.

Pour dégager la bande de papier, il suffit de presser avec le doigt sur la pédale *c*; cette pression fait basculer en arrière, autour des goupilles gg_1, la chape qui supporte la roue *a*; les dents de celle-ci étant dégagées, la bande de papier devient libre.

Digitized by Google

En avant des poinçons et des plaques de perforation se trouve un cylindre creux en laiton qui masque un trou pratiqué dans le socle du perforateur et correspondant à la boîte en bois qui lui sert de support; c'est par là que s'échappent les débris de papier provenant de la perforation.

Perforateur pneumatique. — Dans les stations qui font usage de l'air comprimé, on s'est servi pendant quelque temps des perforateurs pneumatiques dont le maniement exigeait beaucoup moins d'efforts que la perforation à l'aide de marteaux. On y a renoncé en France.

Transmetteur Wheatstone. — Le transmetteur a pour objet de faire dérouler la bande de papier perforée et d'envoyer sur la ligne les émissions de courant qui, à la station correspondante, doivent reproduire les signaux Morse. De sa vitesse de déroulement dépend la vitesse de transmission, et sa rapidité n'est limitée que par l'état électrique de la ligne télégraphique. La figure 214 en montre une vue d'ensemble.

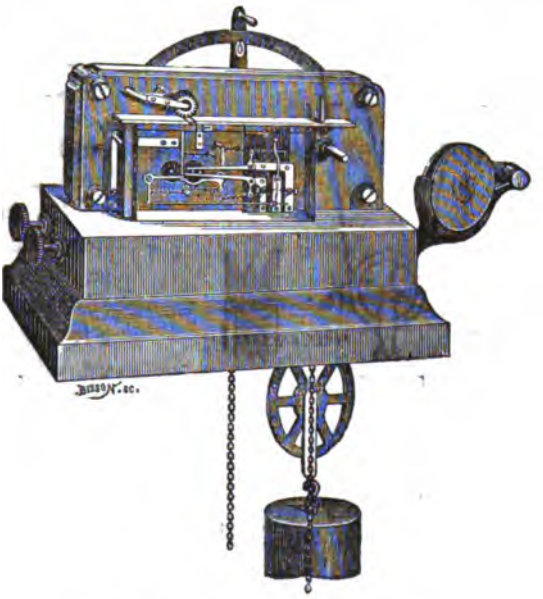


Fig. 214. — Transmetteur Wheatstone.

Il comprend : un mouvement d'horlogerie et des organes de transmission.

Mouvement d'horlogerie. — Le moteur est un poids de 20 kg qui, relié par une chaîne sans fin à un jeu d'engrenages, en provoque la rotation en s'abaissant.

Le poids est creux et son crochet est monté sur un fort ressort qui amortit les secousses que pourrait produire le remontage.

La chaîne sans fin est une chaîne ordinaire à anneaux elliptiques. Elle passe d'abord sur la gorge d'une poulie P_4 (fig. 215), à

Digitized by Google

la chape de laquelle le poids moteur P est accroché. La gorge *p* de cette poulie présente, en son milieu, une arête saillante qui facilite le glissement des mailles de la chaîne et l'empêche de se tordre. Après avoir traversé la table de manipulation TT et le socle de l'appareil, la chaîne monte sur une roue d'acier R_4, dont les dents aiguës pénètrent dans les maillons. A cette roue, formée de trois pièces solidement assemblées, est adjointe une roue dentée R_2, le tout formant un manchon M, monté à frottement doux sur un axe AA. La chaîne redescend ensuite sous la table de manipulation, soutient un contrepoids P_2, traverse un guide oblique G, s'engage sur une roue dentée R_3 semblable à la première et retourne à la poulie P_1 qui porte le poids P.

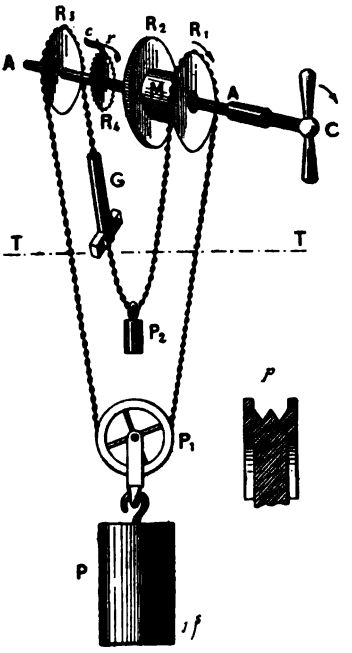


Fig. 215. — Mécanisme moteur du transmetteur Wheatstone.

La seconde roue dentée R_3, située en arrière de la platine postérieure de l'appareil, est solidement fixée sur l'axe AA; une roue à rochet R_4 est adjointe à cette roue dentée et est commandée par un cliquet *c* qui, pressé par un ressort *r*, s'appuie sur la denture du rochet.

Ce cliquet, fixé à la platine postérieure, permet à la roue R_3, en sautant par-dessus les dents du rochet, de tourner de gauche à droite, c'est-à-dire dans le sens du remontage, mais s'oppose à tout mouvement rétrograde. Le remontage est assuré par une clé C qui s'engage sur l'extrémité antérieure de l'axe AA terminé en carré. Lorsqu'on tourne la clé de gauche à droite, la roue R_3 est entraînée; le brin de chaîne compris entre cette roue et le poids P se raccourcit, tandis que le brin compris entre la même roue R_3 et le contrepoids P_2 s'allonge; le poids remonte. Pendant le remontage, le poids P ne cesse pas d'agir sur la roue R_4, qu'il entraîne dans le sens de la flèche, le manchon M glissant sur l'axe AA, tandis que la clé C fait tourner la roue R_3.

La chaîne est guidée : à son entrée sur la roue R_4 (fig 216),

Digitized by Google

par un galet *g* appartenant à l'axe suivant A_1 ; à sa sortie de la roue R_3 par une fourchette qui dégage les maillons qui pour-

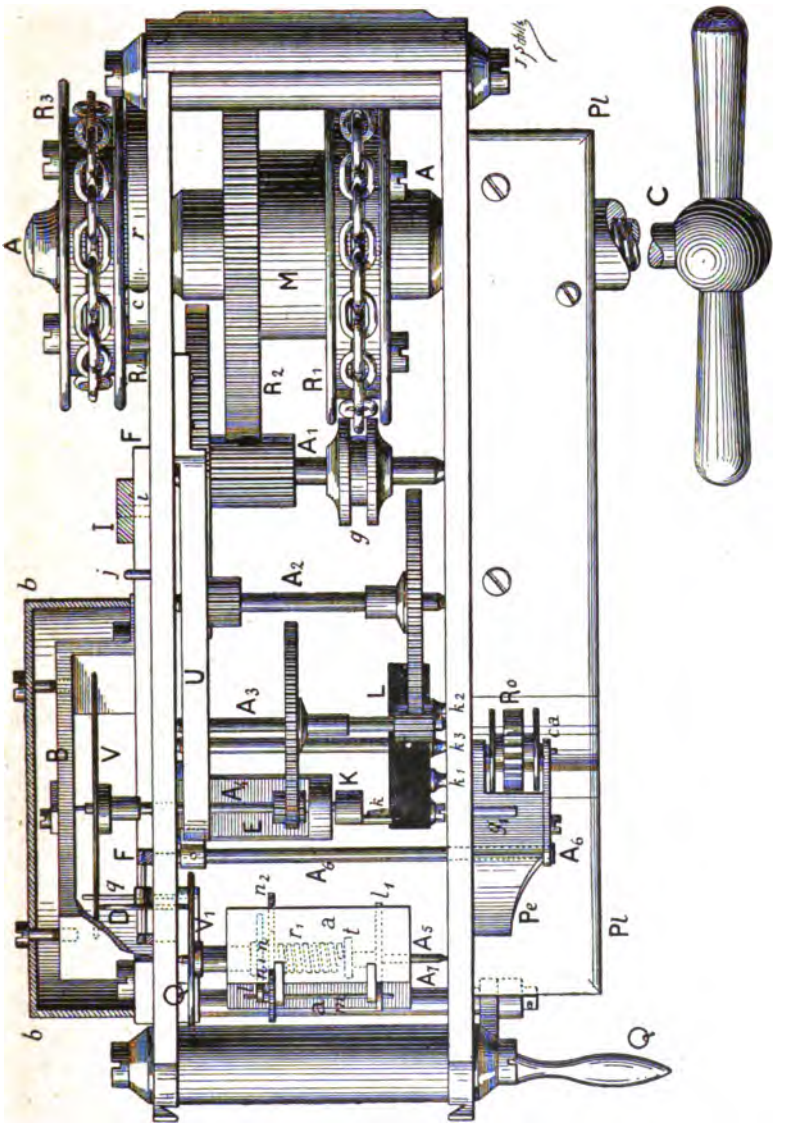


Fig. 216. — Transmetteur Wheatstone (plan du mouvement d'horlogerie).

raient accidentellement rester emprisonnés entre les dents; cette fourchette est montée sur la platine postérieure, au-dessous du ressort *r*.

Digitized by Google

Sous le socle de l'appareil est articulé, sur une plaque en laiton, un cliquet d'arrêt qui émerge en regard de la roue R_3, et qui, lorsque le poids est au bout de sa course, arrête cette roue en mordant sur sa denture.

Les axes suivants, A_1, A_2, A_3, se composent, comme tous les mobiles employés en horlogerie, de roues dentées et de pignons, et le mouvement se transmet d'axe en axe jusqu'à l'axe du volant A_4, qui ne comporte qu'un pignon. Cet axe n'arrive pas jusqu'à la platine antérieure, mais il émerge en arrière de la platine postérieure. Il est soutenu par un pont B et par une équerre E. Le volant V, monté sur cet axe, est protégé par une boîte en laiton *bb* figurée en coupe.

Le volant V transmet son mouvement à l'axe A_3 du régulateur par un mécanisme permettant d'augmenter ou de diminuer la vitesse de rotation du mouvement d'horlogerie tout entier; nous verrons comment, après avoir étudié le régulateur.

Le régulateur est du type à ailettes et à force centrifuge. L'axe A_3 se prolonge en avant de la platine antérieure et pivote sur une chape en agate, portée par un ressort-lame en acier vissé sur la platine antérieure, ce qui lui donne beaucoup d'élasticité.

Sur cet axe A_3 est monté un volant V_1, plus petit que le volant V. Autour de l'axe est enroulé un ressort à boudin en acier r_1, qui prend ses points d'appui sur le talon t et sur la roue dentée n, montée sur un manchon et mobile autour de A_3. Des trous pratiqués sur le pourtour du talon t permettent de régler la tension du ressort r_1, en déplaçant la goupille qui l'unit au talon. L'axe A_3 porte encore, perpendiculairement à sa direction, deux leviers l_1, entre lesquels tourillonnent deux tringles *mm*, sur lesquelles sont montées les ailettes *aa*. En regard de la roue n, et en prise avec elle, chaque tringle porte une roue dentée n_1, n_2. Lorsque, pour un motif quelconque, les ailettes, tournant avec leurs axes *m*, *m*, s'éloignent ou se rapprochent de l'axe A_3, les roues dentées n_1, n_2 concourent à faire tourner la roue n dans le même sens, et par conséquent à tendre ou à détendre le ressort à boudin r_1.

Lorsque l'axe du régulateur commence à tourner, les ailettes obéissant à la force centrifuge, s'éloignent de l'axe A_3; les roues n_1, n_2 font tourner la roue n, qui augmente la tension du ressort r_1. Cette tension, jointe à la résistance que l'air oppose au mouvement des ailettes, empêche l'accélération, et le mouvement devient bientôt uniforme, car, s'il se ralentit, la résistance du ressort et de l'air diminue, et il se produit une accélération qui rétablit bientôt le régime uniforme.

Digitized by Google

Au moment de l'arrêt, le ressort r_1 se détend, la roue n tourne en sens inverse et ramène les ailettes à leur position de repos.

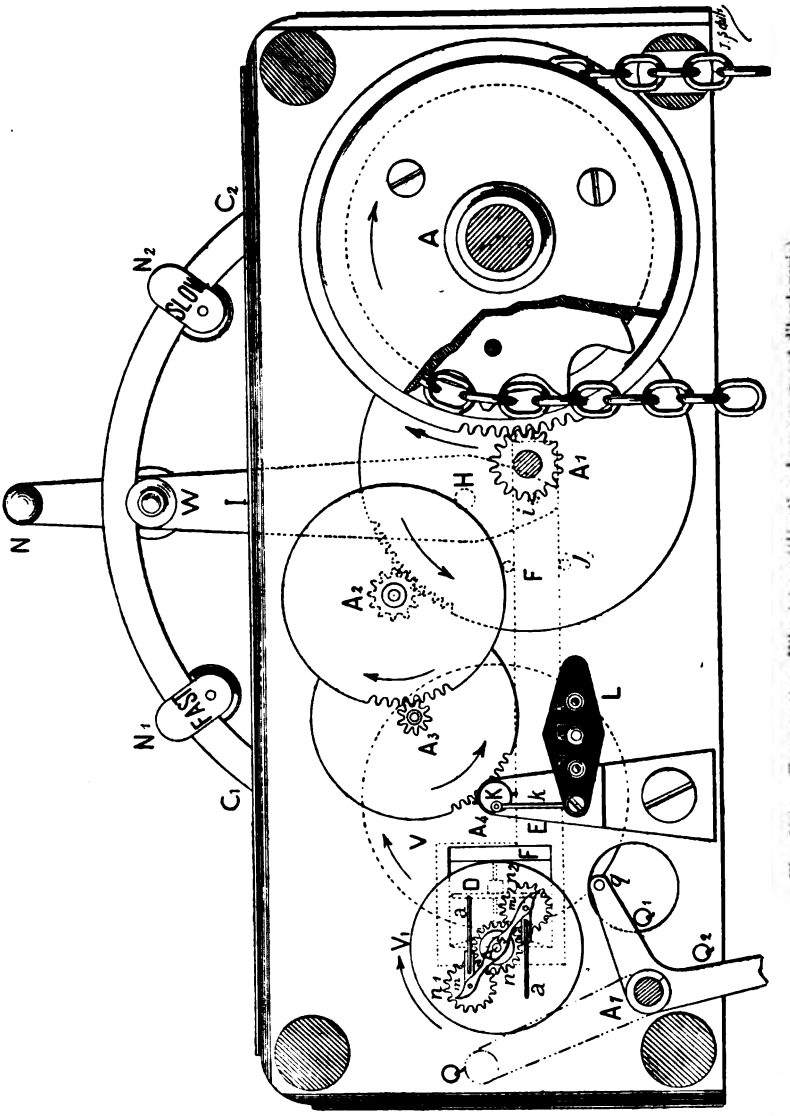


Fig. 217. — Transmetteur Wheatstone (élévation du mouvement d'horlogerie).

Et maintenant, comment la chute du poids moteur communique-t-elle le mouvement à l'axe du régulateur?

Le volant V reçoit directement son mouvement par le pignon de l'axe A_4, qui engrène la roue dentée de l'axe A_3.

Digitized by Google

Sur la pièce mobile FF est monté le petit disque D, dont l'axe tourne très librement dans ses coussinets, En regard de ce disque, une large ouverture a été pratiquée dans la platine postérieure pour lui livrer passage. Le disque D est perpendiculaire aux volants V, V_1, et sa tranche repose sur les deux volants, de sorte que, agissant comme une roue d'angle, il est entraîné par le volant V et communique à son tour le mouvement au volant V_1. Il est évident, les diamètres de V et V_1 n'étant pas les mêmes, que si l'on fait varier la position de D par rapport aux axes A_4 et A_5, on fera varier la vitesse ; c'est dans ce but que la pièce FF a été rendue mobile. Lorsque D se rapproche de A_4 et s'éloigne de A_5, il y a accélération ; lorsque D s'éloigne de A_4 et se rapproche de A_5, il y a ralentissement.

La pièce FF, guidée par deux jeux de goupilles, l'un placé en *j*, l'autre dans le voisinage du disque D, peut se mouvoir horizontalement sous l'action d'un long bras de levier I, qui pivote autour de la vis à centre H. L'assemblage des deux pièces a lieu par une encoche pratiquée dans la pièce FF, encoche dans laquelle s'engage la goupille *i* appartenant au levier I.

Le levier I, terminé par une manette N (fig. 217), peut être déplacé le long d'un cercle en laiton C_1, C_2, et une vis W permet de l'immobiliser. Ses écarts à droite et à gauche sont limités par des goupilles plantées dans la platine postérieure. Deux index N_1, N_2 sont serrés par des vis le long du secteur C_1, C_2 et peuvent se déplacer. Celui de gauche porte l'inscription *fast* (vite), celui de droite *slow* (lent).

En avant de l'équerre E, l'axe A_4 porte un excentrique K, sur lequel est articulée une bielle *k*, reliée d'autre part à un balancier en ébonite L, dont l'axe k_3 pivote entre les deux platines du transmetteur. Ce balancier porte, en avant, deux goupilles en laiton k_1, k_2, entourées de manchons également en laiton. Deux larges ouvertures circulaires sont pratiquées dans la platine antérieure pour livrer passage à la tête de ces goupilles.

Un axe A_6 (fig. 216) qui, sur la figure 217, a été coupé pour laisser voir l'excentrique K, se prolonge en avant de la platine antérieure et supporte le *disque d'entraînement*.

Dans sa partie la plus rapprochée de la platine postérieure, l'axe A_6 porte un manchon formant saillie ; sur cette saillie vient s'appuyer le long ressort en acier U, qui est vissé sur la platine postérieure.

Le disque d'entraînement (fig. 216) est une roue Ro, montée sur une chape en laiton *ca*, installée sur l'axe A_6. Le ressort U, en s'appuyant sur le manchon de l'axe A_6, agit de haut en bas

Digitized by Google

sur la chape *ca* et la maintient pressée contre la plateforme en laiton P*l*, P*l*, qui court tout le long de la platine antérieure. La pédale P*e* permet, au contraire, de relever la chape *ca* et la roue R*o*, dont le mouvement de bas en haut n'est limité que par la goupille g_1.

La roue R*o* se compose de deux joues minces, dont la circonférence est unie; la circonférence du disque situé entre les deux joues est régulièrement coupée par des sillons qui lui donnent l'aspect d'une roue dentée, dont on aurait usé à la meule une partie des dents. Au-dessous de la roue R*o*, la plaque P*l* porte un évidement circulaire qui sert de logement à la partie inférieure de la roue.

L'axe A_3 porte, en avant de la platine antérieure et au-dessous de la roue R*o*, une roue d'entraînement du papier exactement semblable à celle que nous avons décrite dans le perforateur.

Un dernier axe A_7 porte une manette qui sert à arrêter ou à mettre en marche l'appareil. Lorsqu'on incline la manette à gauche, on arrête l'appareil; on le met en marche en ramenant cette manette sur la verticale. L'axe A_7, sur lequel est montée la manette Q, porte deux bras de levier Q_1, Q_2, qui se déplacent simultanément et en même temps que la manette Q. Le levier Q_2 manœuvre un commutateur à trois directions, situé dans le socle du transmetteur; le levier Q_1 sert de frein d'arrêt; il porte en *q* une tige perpendiculaire à sa direction; cette tige *q* traverse la platine postérieure par une large ouverture et s'avance jusqu'au-delà du volant V. Lorsque la manette Q est verticale, le disque V peut tourner librement; la tige *q* en est éloignée. Lorsque la manette Q est inclinée vers la gauche, la tige *q* est appliquée contre la tranche du disque V et arrête le mouvement de ce dernier.

Organes de transmission. — Les organes de transmission sont situés en avant de la platine antérieure et protégés par une cage en laiton, garnie d'une glace sur le devant.

La bande de papier perforée, emmagasinée sur le rouet qui occupe la droite de l'appareil, passe sur la plateforme P*l* (fig. 218), au-dessous du disque d'entraînement. La partie concave de la platine P*l*, située au-dessous du disque d'entraînement R*o*, est percée de trois rainures parallèles dont l'une, celle du milieu, livre passage aux dents de la roue d'entraînement,

Le levier coudé A pivote autour de la vis à centre v_1. Sur son bras horizontal est articulée l'aiguille *a*, dont la position, dans le plan vertical, est réglée par la rainure antérieure de la plateforme P*l*, par la vis v_2 et par le ressort *r* fixé à la goupille *go*. A

Digitized by Google

la branche verticale du levier A est articulée une longue tringle *tr*, terminée par un manchon *m* qui s'engage librement dans la

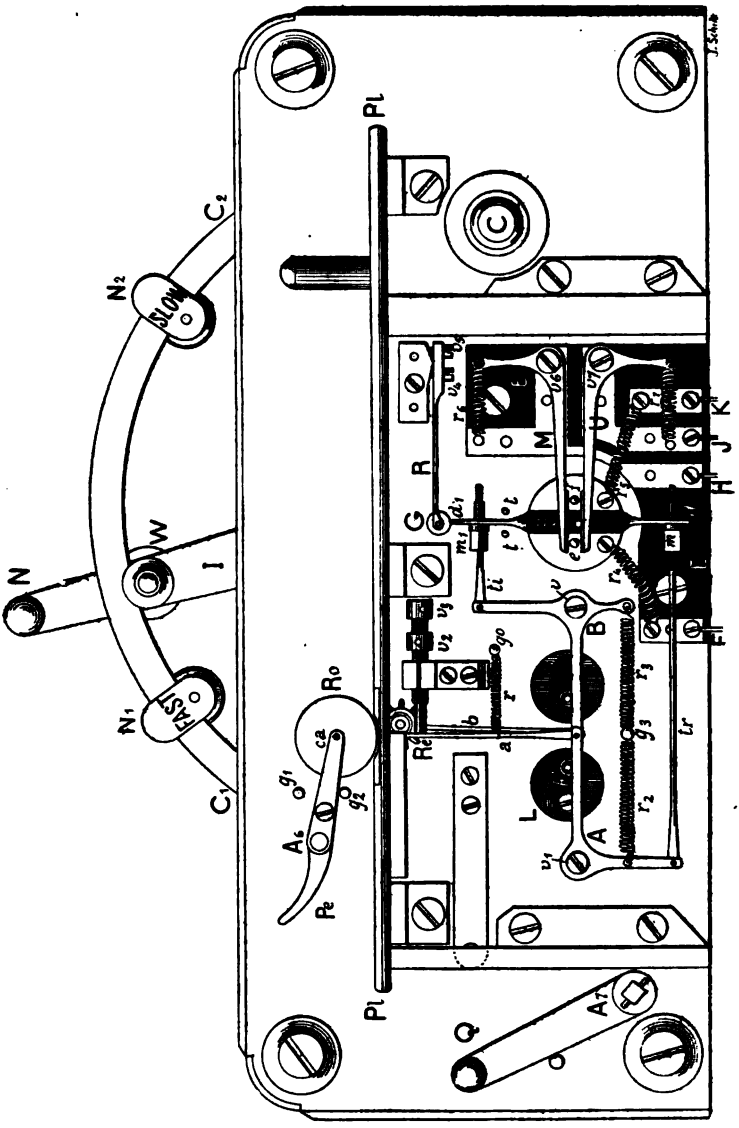


Fig. 218. — Transmetteur Wheatstone (organes de transmission).

branche *d* d'un organe désigné sous le nom de *levier inverseur*. Le ressort r_2, attaché à la goupille g_3, tend à faire basculer le levier A et à relever son bras horizontal.

Digitized by Google

Le levier B pivote de même autour de la vis à centre v; sur le bras horizontal de ce levier est articulée l'aiguille b, dont la position, dans le plan vertical, est réglée par la rainure postérieure de la plateforme Pl, par la vis v_3 et par un ressort semblable au ressort r, masqué par celui-ci sur la figure 218 et attaché à la même goupille go. La tringle ti, semblable à la tringle tr, quoique moins longue, est articulée sur le bras vertical du levier B, et son manchon m_1 traverse librement la branche d_1 du levier inverseur. Le ressort r_3, attaché à la goupille g_3, tend à faire basculer le levier B et à relever son bras horizontal.

Les deux goupilles b_1, b_2 du balancier L émergent en dehors de la platine antérieure du transmetteur et sont situées au-dessus des leviers A et B dont elles commandent la marche; ces goupilles métalliques ont leurs communications électriques assurées par des ressorts à boudin.

Pendant les oscillations du balancier, ces goupilles agissent alternativement sur les leviers A et B pour les abaisser.

Les tiges d, d_1 du levier inverseur sont métalliques; elles sont portées par un tambour en ébonite. Ce tambour, ou *disque inverseur*, pivote autour d'une goupille qui traverse la platine antérieure. Deux plaques de laiton garnies de goupilles e, f sont fixées à la face du disque inverseur; elles sont isolées l'une de l'autre, et aussi des deux tiges d, d_1.

Le levier inverseur d, d_1 a sa tige supérieure d_1 pressée par un galet G qui, lui-même, est supporté par le ressort en acier R, assujetti par les vis v_4, v_5.

Au-dessous de ce ressort est vissée une large plaque d'ébonite EE qui, vers la droite, occupe une notable portion de la platine. Cette plaque supporte quatre pièces de laiton de formes différentes.

La première de ces pièces, F, est reliée par un ressort à boudin non tendu, r_4, à la plaque e du disque inverseur; la dernière, K, est réunie, dans les mêmes conditions, par le ressort r_5 à la plaque f.

Les deux pièces intermédiaires H, J, portent chacune un levier coudé mobile.

Le levier M pivote autour de la vis à centre v_6; le ressort r_6 tend à abaisser sa branche horizontale. Le levier U pivote autour de la vis à centre v_7; le ressort r_7 tend à relever sa branche horizontale.

Les deux leviers M, U appuient constamment sur les goupilles e, f du disque inverseur, Mais, suivant la position de ce

Digitized by Google

disque, c'est le levier M qui appuie sur la goupille *f*, et le levier U sur la goupille *e*, ou bien le levier M qui appuie sur la goupille *e*, et le levier U sur la goupille *f*. Quoi qu'il en soit, le levier M n'est jamais en contact électrique avec le levier U, car le premier porte une petite vis *u*, qui vient buter contre une goupille en ébonite implantée dans le levier U, et qui s'oppose à ce que la communication entre les deux leviers soit établie directement par l'intermédiaire d'une des goupilles. Sans cette précaution, la pile pourrait être mise en court circuit.

Le jeu des aiguilles destinées à traverser les trous de la bande de papier perforée donne lieu à six combinaisons.

Sans nous préoccuper encore de ce qui se passe au point de vue électrique, nous pouvons, dès à présent, envisager le fonctionnement des aiguilles dans leurs différentes positions.

1re *combinaison.* — Elle correspond au signal *point*. Le balancier est incliné de droite à gauche. L'aiguille *b* traverse la bande perforée, Le levier A est abaissé par la goupille b_1, et en contact avec elle. Le levier B s'est relevé en suivant le mouvement de la goupille b_2 qui le maintenait; il reste en contact avec cette goupille. En même temps, il a poussé la tringle *ti* et le bras d_1 du levier inverseur; la goupille *e* a pris contact avec le levier M et la goupille *f* avec le levier U (ces leviers communiquent avec les pôles de la pile).

2e *combinaison.* — Elle correspond à un espace blanc. Le balancier est incliné de gauche à droite. L'aiguille *a* traverse la bande perforée. Le levier B est abaissé par la goupille b_2 et en contact avec elle. Le levier A s'est relevé en suivant le mouvement de la goupille b_1 qui le maintenait; il reste en contact avec cette goupille. En même temps, il a poussé la tringle *tr* et le bras *d* du levier inverseur; la goupille *e* a pris contact avec le levier U et la goupille *f* avec le levier M.

Il est à remarquer que, pendant ces deux combinaisons, les aiguilles n'ont pas rencontré d'obstacle et ont traversé librement les trous de la bande perforée.

La combinaison du point a été produite par une demi-oscillation du balancier, celle de l'espace blanc, égal à un point, a été le résultat d'une seconde demi-oscillation du balancier; mais, pour représenter le *trait*, d'une longueur triple de celle du point, il faudra trois demi-oscillations du balancier ou trois combinaisons.

La combinaison qui détermine le commencement du *trait* nous est déjà connue; c'est la première combinaison; celle qui lui succède n'a pas encore été décrite; c'est la 3e combinaison.

3e *combinaison.* — Le balancier est incliné de gauche à droite.

Digitized by Google

L'aiguille *a* rencontre la bande de papier qui n'est pas perforée en cet endroit; elle est arrêtée dans son mouvement d'ascension; la goupille b_1 a cependant continué à s'élever et a, par conséquent, abandonné le levier A. Le levier B est abaissé par la goupille b_2 et en contact avec elle; il a entraîné la tringle *ti*, mais sans déplacer la tige d_1, dans laquelle le manchon m_1 a glissé. Le disque inverseur est resté dans la position qu'il occupait précédemment, c'est-à-dire que la goupille *e* est en contact avec le levier M et la goupille *f* avec le levier U.

4e *combinaison.* — Le balancier est incliné de droite à gauche. L'aiguille *b* rencontre la bande de papier qui n'est pas perforée à cet endroit; elle est arrêtée dans son mouvement d'ascension; la goupille b_2 a cependant continué à s'élever et a, par conséquent, abandonné le levier B. Le levier A est abaissé par la goupille b_1 et en contact avec elle; il a entraîné la tringle *tr*, mais sans déplacer la tige *d*, dans laquelle le manchon *m* a glissé. Le disque inverseur est resté dans la position qu'il occupait précédemment, c'est-à-dire que la goupille *e* est en contact avec le levier M et la goupille *f* avec le levier U.

Nous avons vu que la seconde combinaison correspondait à un espace blanc de même longueur qu'un point; il nous reste à examiner ce qui se passera lorsque la bande perforée présentera un espacement de la valeur d'un trait entre deux signaux, comme lorsqu'il s'agit de séparer deux mots.

Pour le commencement de cet espace blanc, nous nous trouvons en présence de la 2e combinaison déjà connue; l'aiguille *a* traversera le dernier trou du signal *trait*, ou du signal *point* de la bande perforée.

5e *combinaison.* — Le balancier est incliné de droite à gauche. L'aiguille *b* rencontre la bande de papier qui n'est pas perforée à cet endroit; elle est arrêtée dans son mouvement d'ascension; la goupille b_2 a cependant continué à s'élever et a, par conséquent, abandonné le levier B. Le levier A est abaissé par la goupille b_1 et est en contact avec elle; il a entraîné la tringle *tr*, mais sans déplacer la tige *d*, dans laquelle le manchon *m* a glissé; le disque inverseur est resté dans la position qu'il occupait précédemment, c'est-à-dire que la goupille *e* est en contact avec le levier U et la goupille *f* avec le levier M.

6e *Combinaison.* — Le balancier est incliné de gauche à droite. L'aiguille *a* rencontre la bande de papier qui n'est pas perforée à cet endroit; elle est arrêtée dans son mouvement d'ascension. La goupille b_1 a cependant continué à s'élever et a, par conséquent, abandonné le levier A. Le levier B est abaissé par la

Digitized by Google

goupille b_2 et en contact avec elle; il a entraîné la tringle ti, mais sans déplacer la tige d_1, dans laquelle le manchon m_1 a glissé. Le disque inverseur est resté dans la position qu'il occupait précédemment, c'est-à-dire que la goupille e est en contact avec le levier U et la goupille f avec le levier M.

Après avoir étudié le commutateur fixé sous le socle de l'appareil, nous examinerons les effets électriques produits par les six combinaisons que nous venons de décrire.

Commutateur, — Le commutateur du transmetteur est manœuvré par la manette d'arrêt et de mise en marche de l'instrument; il est articulé en A (fig. 219) avec cette manette.

A la pièce A est vissée une longue règle en ébonite BB_1 qui commande trois lames métalliques D, E, F, pivotant autour des vis d, e, f, d_1, e_1, f_1, pouvant se déplacer et prenant communication sur divers plots métalliques dont la figure 219 montre suffisamment la forme et la position.

Communications intérieures. — Le socle de l'appareil porte neuf bornes dont les communications avec les organes du commutateur sont les suivantes :

CMK	avec la plaque	U
ZMK	—	N
T	—	W
L	—	P
M	—	J
Z	—	Q
C	—	O
R	—	H et avec S
R′	—	G

En outre, la vis y est reliée à la plaque S et, par conséquent, à la plaque H et à la borne R, la vis c à la plaque V, la vis z à la plaque K, la vis t à la plaque W, et par suite à la borne T.

Les plaques G et H sont réunies par des ressorts à boudin aux goupilles b_1, b_2 du balancier.

La vis c est réunie au levier M du mécanisme de transmission.

La plaque I est réunie à la plaque G.

La vis z est réunie au levier U du mécanisme de transmission.

La vis y est réunie à la goupille e du disque inverseur, la vis t à la goupille f du même disque. Cette liaison a lieu par les plaques de laiton F, K vissées sur la plaque d'ébonite et par les ressorts à boudin r_4, r_5, représentés sur la figure 218.

Le commutateur est sur la position de transmission lorsque

Digitized by Google

la manette d'arrêt et de mise en marche est verticale; les trois lames du commutateur reposent sur les plots V, I, K et l'appareil est mis en marche.

Le commutateur est sur la position de réception lorsque la manette d'arrêt et de mise en marche est inclinée à gauche; les trois lames du commutateur reposent sur les plots U, J, N et l'appareil est arrêté.

En ouvrant le transmetteur, c'est-à-dire en plaçant la manette verticalement, il n'y a entre la pile et la ligne aucun organe

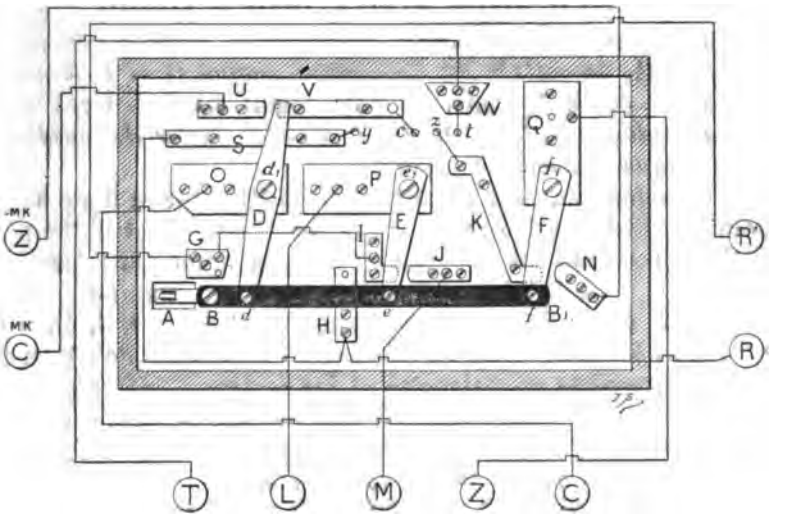


Fig. 219. — Transmetteur Wheatstone (commutateur).

intermédiaire autre que le transmetteur lui-même; il n'en est pas de même lorsque l'appareil est fermé, c'est-à-dire lorsque la manette est inclinée vers la gauche.

Cette remarque nous permet d'examiner, dès à présent, la nature des émissions envoyées sur la ligne par chacune des combinaisons précédemment décrites.

Concevons la borne L reliée à la ligne, la borne T à la terre, la borne C au pôle positif de la pile, la borne Z au pôle négatif. Supposons que les bornes R et R' soient réunies ensemble ou qu'entre ces bornes soit intercalé un rhéostat.

Dans la figure 219 les plots G, H représentent les deux goupilles du balancier, les vis y, t les deux goupilles du disque inverseur et les vis c, z les deux leviers M, U de la figure 218.

En combinant les deux figures, on suit la marche des courants.

Digitized by Google

1re *Combinaison.* — Il y a émission positive sur la ligne. Le pôle positif de la pile est en relation avec la ligne par : *borne C, plaque O, lame D, plaque V, vis* c, *levier M, goupille* e, *vis* y, *plaque S, plaque H, goupille* b_2 *du balancier, levier B, ressorts* r_3, r_2, *levier A, goupille* b_1 *du balancier, plaque G, plaque Z, lame E, plaque P du commutateur, borne L, ligne.* Le pôle négatif de la pile est à la terre par : *borne Z. plaque Q, lame F, plaque K, vis* z, *levier U, goupille* f, *vis* t, *plaque W, borne T, terre.*

2e *Combinaison,* — Il y a émission négative sur la ligne. Le pôle négatif de la pile est en relation avec la ligne par : *borne Z, plaque Q, lame F, plaque K, vis* z, *levier U, goupille* e, *vis* y, *plaque S, plaque H, goupille* b_2 *du balancier, levier B, ressorts* r_3, r_2, *levier A, goupille* b_1 *du balancier, plaques G et I, lame E, plaque P, borne L, ligne.* Le pôle positif est à la terre par : *borne C, plaque O, lame D, plaque V, vis* c, *levier M, goupille* f, *vis* t, *plaque W, borne T, terre.*

3e *Combinaison.* — Il y a émission positive sur la ligne à travers la résistance intercalée entre les bornes R et R'. Le pôle positif de la pile est en relation avec la ligne par : *borne C, plaque O, lame D, plaque V, vis* c, *levier M, goupille* e, *vis* y, *plaque S, borne R, résistance, borne R', plaques G, I, lame E, plaque P, borne L, ligne.* Le courant ne trouve pas de débouché par les goupilles du balancier et les leviers A, B, le levier A étant isolé de la goupille b_1. Le pôle négatif de la pile est à la terre par : *borne Z, plaque Q, lame F, plaque K, vis* z, *levier U. goupille* f, *vis* t, *plaque W, borne T, terre.*

4e *Combinaison.* — Il y a émission positive sur la ligne à travers la résistance intercalée entre les bornes R, R'. La marche du courant est la même que dans le cas précédent, avec cette seule différence que c'est la goupille b_2 du balancier qui est isolée du levier B, ce qui force le courant à prendre la direction R, R'; dans la 3e combinaison ce résultat était obtenu par l'isolement entre la goupille b_1 et le levier A.

5e *Combinaison.* — Il y a émission négative sur la ligne à travers la résistance intercalée entre les bornes R, R'. Le pôle négatif de la pile est en relation avec la ligne par : *borne Z, plaque Q, lame F, plaque K, vis* z, *levier U, goupille* e, *vis* y, *plaque S, borne R, résistance, borne R', plaques G, I, lame E, plaque P, borne L, ligne.* Le circuit est ouvert, comme dans le cas précédent, entre la goupille b_2 et le levier B; le courant ne peut donc pas traverser cette branche. Le pôle positif de la pile est à la terre par : *borne C, plaque O, lame D, plaque V, vis* c, *levier M, goupille* f, *vis* t, *plaque W, borne T, terre.*

Digitized by Google

6e *Combinaison.* — Il y a émission négative sur la ligne. La marche du courant est la même que dans la 5e combinaison, à cette différence près que c'est la goupille b_1 qui est isolée du levier A.

Tant que la bande de papier ne présente pas d'autres perforations que celles de la ligne médiane servant à l'entraînement du papier, les 5e et 6e combinaisons se succèdent sans discontinuer.

Manipulateur-commulateur. — Bien que l'emploi de la bande perforée soit d'usage courant dans les transmissions Wheatstone, il peut être utile d'employer un organe produisant directement les signaux Morse. On se sert de cet organe comme d'un manipulateur ordinaire, mais les effets qu'il produit ne sont pas immédiatement les mêmes. C'est un manipulateur à double courant, accompagné d'un commutateur au moyen duquel on permute les communications, suivant que l'on transmet ou qu'on reçoit.

Sur une tablette rectangulaire en bois est fixé un socle métallique A (fig. 220) entre les branches duquel pivote l'axe O d'un

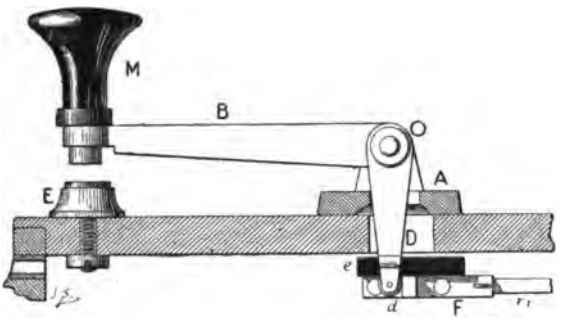


Fig 220. — Manipulateur-commutateur Wheatstone.

levier coudé en laiton BD. La partie horizontale du levier BD se termine par une poignée en corne M. Au-dessous se trouve une enclume E qui ne joue aucun rôle électrique; c'est simplement une butée limitant le mouvement du levier BD. Elle est garnie d'un tampon de caoutchouc pour amortir les chocs. La branche verticale D traverse une ouverture pratiquée dans le socle A et dans la tablette en bois; elle se termine au-dessous de cette tablette par une fourchette *d*, articulée avec une équerre en cuivre F, vissée elle-même sur une plaque mobile en ébonite *e*.

Sur la plaque *e*, en regard de la pièce F, (fig. 221), est vissée

Digitized by Google

une seconde pièce métallique G, articulée par un ressort-lame en acier R avec la pièce fixe H.

Chacune des pièces F et G porte un long ressort-lame r_1, r_2 dont l'extrémité libre est garnie de contacts en argent ou en platine. Au repos, les contacts platinés de ces ressorts reposent sur deux goupilles g, g_1, portées par deux plaques métalliques I, J, vissées sous la tablette en bois; la plaque I porte une seconde goupille g_2.

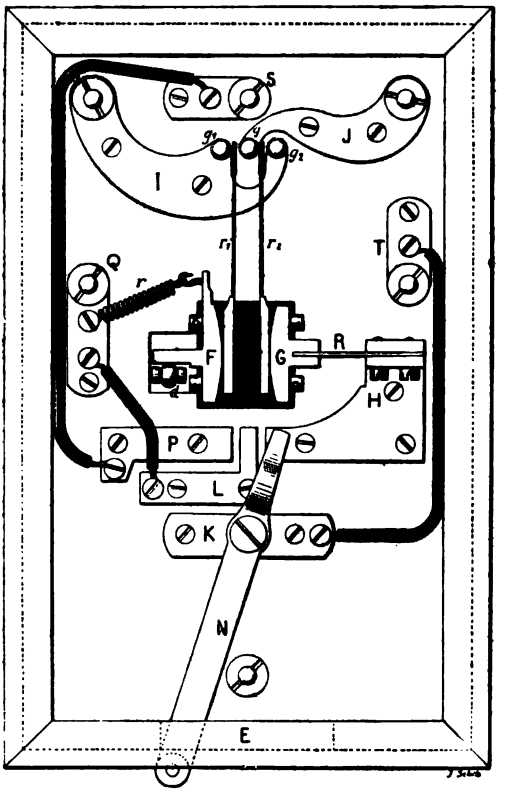


Fig. 221. — Manipulateur-commutateur Wheatstone (vu en dessous).

Lorsqu'on appuie sur le levier du manipulateur, le bras vertical, par son articulation d, déplace la plaque d'ébonite e et tous les organes qu'elle supporte, en faisant fléchir le ressort R.

Le ressort r_1 abandonne la goupille g_1 pour s'appuyer sur la goupille g et le ressort r_2 abandonnela goupille g pour s'appuyer sur la goupille g_2.

Lorsque l'action de la main cesse sur le levier du manipulateur, le ressort R ramène tout le système à sa position primitive.

Un ressort à boudin r met en communication la pièce F avec la pièce Q et concourt également au rappel des ressorts r_1, r_2 à leur position de repos.

La manette N est montée sur la pièce K et peut être mise en contact avec les pièces H, L, P; ses déplacements sont limités par les bords d'une encoche E, pratiquée dans le socle du manipulateur.

Deux petits jetons en ivoire, marqués Rn et Tr, indiquent la

Digitized by Google

position à donner à la manette, suivant que l'on veut transmettre ou recevoir.

La tablette du manipulateur porte 5 bornes, marquées Z, R, C, T*r*, T. Les communications électriques sont les suivantes; elles sont assurées, sous le socle, par des fils de cuivre recouverts de gutta-percha.

Borne Z avec pièce J
— R — S
— C — I
— T*r* — T
— T — Q

La pièce T est réunie à la pièce K, la pièce L à la pièce Q, la pièce P à la pièce S.

Supposons les deux pôles d'une pile réunis aux bornes C, Z, la borne R à un récepteur, la borne T*r* à la ligne, la borne T à la terre.

La manette N étant dans la position de transmission sera appliquée sur la pièce H. Lorsqu'on appuiera sur le levier du manipulateur, les ressorts r_1, r_2 prendront contact avec les goupilles g, g_2. Le pôle négatif de la pile sera à la terre par : *borne Z, plaque J, goupille* g, *ressort* r_1, *pièce F, ressort* r, *pièce Q, borne T*. Le pôle positif sera en relation avec la ligne par : *borne C, pièce I, goupille* g_2, *ressort* r_2, *pièce G, ressort R, pièce H, manette N, pièce K, pièce T, borne T*r. Il y aura émission positive.

Mais lorsque le levier du manipulateur se relèvera, les ressorts r_1, r_2 reviendront s'appuyer sur les goupilles g_1, g; il y aura émission négative. Le pôle positif de la pile sera à la terre par : *borne C, plaque I, goupille* g_1, *ressort* r_1, *pièce F, ressort* r, *pièce Q, borne T*. Le pôle négatif sera en relation avec la ligne par : *borne Z, plaque J, goupille* g, *ressort* r_2, *pièce G, ressort R, pièce H, manette N, pièces K et T, borne T*r.

Lorsque la manette sera dans la position de réception, c'est-à-dire appuyée sur la pièce P, le courant venant de la ligne ira au récepteur par : *borne T*r, *plaques T et K, manette N, pièces K, P, S, borne R*.

La plaque L est en relation, par la plaque Q, avec la borne T et, par conséquent, avec la terre. Cette disposition a pour objet de décharger la ligne quand on passe de la position de transmission à la position de réception et réciproquement. En effet, pour passer de la plaque F à la plaque P, la manette N dont l'axe est en relation avec la ligne, prend fatalement contact avec

Digitized by Google

la plaque L et met ainsi la ligne à la terre pendant un court instant. Mais il faut bien se garder de laisser séjourner la manette sur la plaque L, car tant qu'elle serait dans cette position, toute transmission et toute réception deviendraient impossibles.

Récepteur. — Le récepteur (fig. 222) enregistre, en signaux Morse, les différentes combinaisons provenant du passage de la bande perforée à travers le transmetteur, ou bien les émissions de courant provenant du manipulateur.

Il comprend :

Un mouvement d'horlogerie,
Un organe électro-magnétique,
Un mécanisme enregistreur.

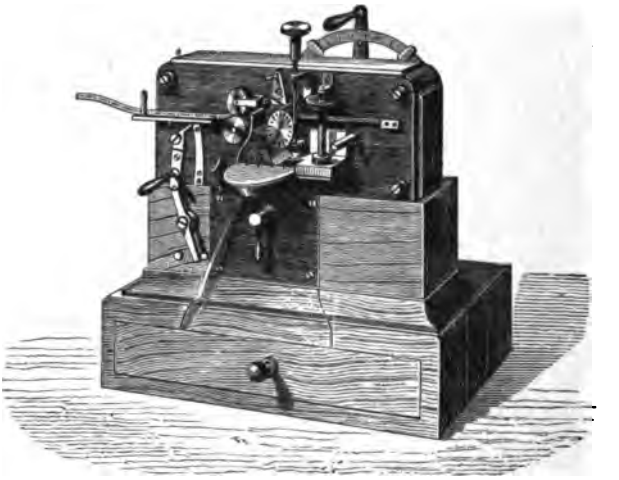


Fig. 222. — Récepteur Wheatstone.

Mouvement d'horlogerie. — Le mouvement d'horlogerie du récepteur est mû par un ressort renfermé dans un barillet et remonté au moyen d'une clé, comme le récepteur Morse.

La roue dentée qui forme la face postérieure du barillet communique le mouvement à une série de mobiles, jusqu'à un régulateur à ailettes. Nous ne nous occuperons que des mobiles qui offrent une disposition particulière ; ce sont les 4e, 6e, 7e et 8e mobiles.

Le 4e mobile traverse les deux platines de l'appareil ; en avant, il se termine par un cylindre plein E (fig. 223) sur lequel passe la bande de papier ; en arrière, il porte une roue d'angle A, montée sur un manchon M, solidement fixé sur l'axe A_4 et garni, entre

Digitized by Google

les deux platines P, P_1, d'une petite roue dentée B qui engrène avec la roue du 3e mobile. Cet axe est soutenu par un pont en laiton P_2, masqué lui-même par un tambour analogue à celui qui protège le disque dans le transmetteur. Le 5e mobile n'est qu'un organe de transmission entre le 4e et le 6e.

En avant de la platine antérieure, le 6e mobile est garni d'un petit disque en laiton monté à frottement dur sur l'axe; c'est le *disque encreur*.

La *molette* est montée à frottement dur sur le 7e mobile; l'axe de ce mobile traverse la platine antérieure, sans la toucher, et est

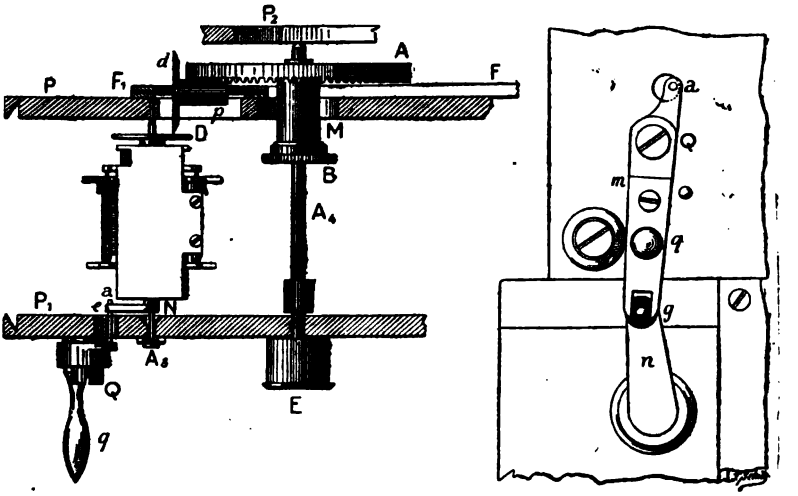


Fig. 223. — Récepteur Wheatstone (mouvement d'horlogerie).

soutenu par un bras en laiton qui fait partie du système imprimeur. Sa roue dentée, très petite, engrène avec celle du 5e mobile.

L'axe du régulateur ou 8e mobile A_8 ne diffère que très peu de l'organe similaire du transmetteur. La différence consiste dans la position du système d'arrêt et de mise en marche. La transmission du mouvement, l'accélération et le ralentissement sont également obtenus par des procédés analogues à ceux que nous avons étudiés dans le transmetteur.

Comme le transmetteur, le récepteur est muni d'une manette de réglage mobile le long d'un arc de cercle et commandant une règle de laiton FF_1 qui glisse entre 4 goupilles. Cette règle se termine en F_1 par une fenêtre dans laquelle pivote un disque régulateur *d*, dont la tranche s'appuie sur la face postérieure du

Digitized by Google

volant D, calé sur l'axe A_8 du régulateur. D'autre part, l'axe du disque régulateur *d* porte un long pignon *p* dont les dents engrènent avec les dents de la roue d'angle A; le mouvement se transmet donc à l'axe A_8 du régulateur dans des conditions à peu près semblables, qu'il s'agisse du récepteur ou du transmetteur. Si, en manœuvrant la manette, on rapproche le disque régulateur *d* de l'axe du volant D, la vitesse est diminuée; elle augmente, au contraire, si on rapproche le disque *d* du centre de la roue dentée A.

L'accélération et le ralentissement, que l'on obtient à volonté, sont rendus nécessaires par les différences de vitesse provenant de la transmission automatique ou de la transmission au moyen du manipulateur. Cette dernière est beaucoup plus lente et donnerait lieu à des signaux d'une longueur exagérée si l'on ne prenait soin de diminuer la vitesse de déroulement du récepteur; il est bon, en outre, que l'employé qui reçoit soit toujours maître de régler la longueur des signaux que le récepteur enregistre.

Le 8e mobile ou axe du volant est pourvu d'un régulateur à ailettes identique à celui du transmetteur. A sa partie antérieure, cet axe est garni d'un manchon N terminé par un doigt *e*. En avant de la platine antérieure est une manette Q.

Cette manette est composée de deux pièces, *m*, *n*, articulées et isolées l'une de l'autre par une rondelle d'ébonite qui entoure la goupille *g*. Chacune de ces pièces pivote autour d'un axe et la manœuvre de la poignée *q* les force à se déplacer simultanément.

La partie supérieure *m* de cette pièce articulée est garnie d'un doigt *a* qui traverse la platine et qui, suivant la position de la pièce *m*, laisse tourner librement l'axe du régulateur ou bien l'arrête, en se plaçant sur le parcours du doigt *e*.

Un mouvement de droite à gauche, imprimé à la poignée *q*, produit la mise en marche du récepteur; un mouvement de gauche à droite détermine l'arrêt.

Dans ce double mouvement, la partie inférieure *n* de la pièce articulée se déplace entre deux plots de contact, situés à l'intérieur du récepteur, et passe de l'un sur l'autre.

Organe électro-magnétique. — L'organe électro-magnétique se compose d'un aimant permanent AB recourbé en fer à cheval (fig. 224). Cet aimant, logé dans la cage du récepteur, est immobilisé par de fortes vis; ses pôles sont dirigés en avant. Les extrémités polaires sont creusées de gorges circulaires, dans lesquelles s'engage, sans les toucher, un arbre vertical en

Digitized by Google

laiton *ab*, qui supporte deux armatures en fer doux *m*, *n*, un bras de levier *l*, destiné au réglage, la fourchette *f* qui commande les mouvements de la molette M. On se rappelle que l'axe de la molette, le 7e mobile, traverse librement la platine antérieure, ce qui lui permet de se déplacer, tout en continuant à tourner. Cet axe est soutenu par la fourchette *f* et entraîné par celle-ci lorsque les deux armatures *m*, *n*, en se déplaçant à gauche ou à droite, impriment un mouvement de rotation à l'axe vertical *ab*. Un mouvement à gauche rapproche la molette M de la bande de papier qui doit recevoir les signaux; un mouvement à droite l'en éloigne.

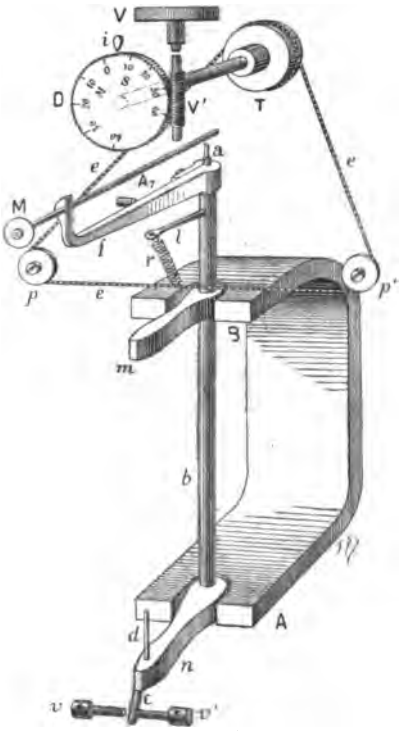


Fig. 224. — Organe électro-magnétique du récepteur Wheatstone (aimant fixe et armatures).

L'armature inférieure *n* porte un doigt oblique *c* qui sert à limiter les déplacements latéraux des armatures, en venant buter contre l'une ou l'autre des deux vis de réglage *v* et *v'*. L'armature inférieure porte aussi un doigt vertical *d* qui sert à vérifier si les armatures fonctionnent bien, sans avoir à démonter l'appareil. L'organe électro-magnétique est, en effet, entièrement caché et masqué sur le devant par une pièce de laiton démontable. Au centre de cette pièce, on voit une manette dont l'axe, à l'intérieur, se termine par une longue fourchette. Les branches de cette fourchette sont situées de part et d'autre du doigt vertical *d* et, en faisant mouvoir la manette dans un sens ou dans l'autre, on déplace le doigt *d* et on s'assure ainsi de la mobilité des armatures dont l'axe *ab* pivote entre deux équerres fixes.

Les armatures doivent occuper une certaine position par rapport aux plaques polaires d'un électro-aimant, placé en avant de l'aimant fixe. On leur donne la position convenable au moyen d'une vis de réglage V que l'on manœuvre à la main. Cette vis

Digitized by Google

est une vis sans fin, agissant sur un disque finement denté D et portant des divisions qui se déplacent devant un index *i*. Sur les poulies *p*, *p'*, ainsi que sur un tambour T, calé sur l'axe du disque D, passe une chaînette *eee*, qui est entraînée de gauche à droite ou de droite à gauche, suivant le sens dans lequel on fait tourner le disque D. Un ressort à boudin *r* unit un point fixe de la chaînette au bras de levier *l*. C'est la tension plus ou moins grande du ressort *r* qui détermine la position normale des armatures *m*, *n*; mais ce ressort n'est pas un ressort antagoniste, c'est un simple ressort de sensibilité, permettant de compenser l'action prépondérante que pourrait avoir l'une ou l'autre des plaques polaires de l'électro-aimant sur les armatures.

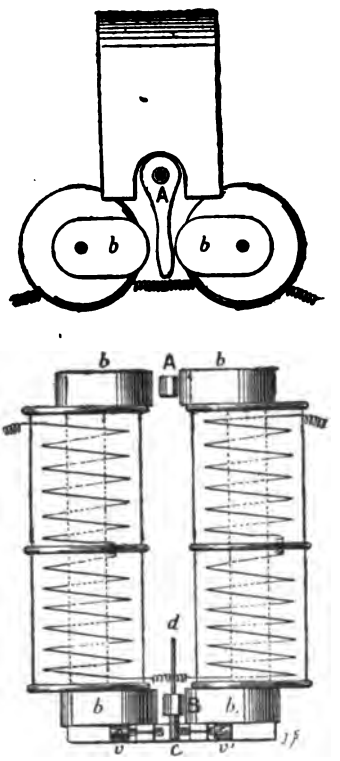


Fig. 225. — Organe électro-magnétique du récepteur Wheatstone (électro-aimant).

L'électro-aimant (fig. 225) est formé par deux noyaux, terminés chacun par deux pièces polaires *b*, *b*. Les armatures A, B se déplacent sous l'action du courant qui traverse les bobines, entre les plaques polaires *b*, *b*, sans jamais les toucher; cela résulte du réglage des vis *v*, *v'*.

Les extrémités libres des armatures ont évidemment des polarités de même nom que celles des pôles de l'aimant dont elles sont voisines; elles agissent par influence sur les plaques polaires de l'électro-aimant.

Chaque bobine est garnie de trois joues, les deux premières très rapprochées des extrémités du noyau, l'autre intermédiaire. Le noyau est recouvert d'une mince enveloppe d'ébonite sur laquelle est enroulé le fil recouvert. L'enroulement des deux sections de la bobine se fait séparément et en sens inverse.

La joue intermédiaire est percée d'un trou situé près du noyau. Par ce trou, on fait glisser l'extrémité dénudée du conducteur qui formera l'enroulement supérieur. Entre la joue intermédiaire et la joue supérieure l'enroulement a lieu de

Digitized by Google

droite à gauche, en faisant face à la bobine; l'enroulement se termine par un boudin. A la partie libre du conducteur dépassant au-dessous de la joue médiane, on soude un nouveau fil, destiné à former l'enroulement inférieur; la soudure est solidement fixée à l'enveloppe d'ébonite et l'enroulement se fait de gauche à droite en regardant la bobine; comme le précédent, il se termine par un boudin.

Les boudins inférieurs des deux bobines sont réunis ensemble; les deux boudins supérieurs sont reliés aux communications extérieures.

Les enroulements, sur chaque bobine, forment un conducteur continu, et les deux bobines étant reliées ensemble par leur base, il en résulte qu'un courant entrant par la bobine de gauche et ressortant par la bobine de droite parcourt la première de haut en bas et la seconde de bas en haut.

L'armature supérieure représente le pôle boréal de l'aimant fixe et l'armature inférieure son pôle austral. Lorsqu'un courant positif traverse le fil des bobines de l'électro-aimant, les deux armatures sont attirées à gauche. Lorsqu'un courant négatif traverse le fil des bobines de l'électro-aimant les deux armatures sont attirées à droite. Dans l'un et l'autre cas, les deux pièces polaires, situées en regard de chaque armature, ont une action concordante, l'une repoussant l'armature, l'autre l'attirant.

Puisque la molette est entraînée dans le mouvement des armatures, pour tout mouvement à gauche elle viendra toucher la bande de papier, pour tout mouvement à droite, elle s'en éloignera; c'est, en effet, le courant positif qui produit les signaux et le courant négatif qui détermine les espaces blancs.

Mécanisme enregistreur. — Le disque encreur, monté sur le 6e mobile et la molette montée sur le 7e, sont placés dans un même plan vertical et tournent dans le même sens, mais sans se toucher, la tranche de la molette restant au-dessus de la gorge que présente la circonférence du disque encreur, qui a la forme d'une poulie.

Au-dessous du disque encreur se trouve un bassin rempli d'encre oléique dans laquelle le disque plonge en partie; en tournant, il entraîne une certaine quantité d'encre qui remplit la gorge et c'est là que la molette puise l'approvisionnement, sans cesse renouvelé, qui lui est nécessaire pour tracer les signaux.

Le bassin destiné à recevoir l'encre oléique est fixé à la platine antérieure par l'intermédiaire d'une équerre et d'une forte vis à

Digitized by Google

tête moletée. Un couvercle à charnière recouvre, non seulement le bassin, mais aussi le disque encreur et la molette. Vers la gauche, une plaque de garde empêche les éclaboussures; cette plaque est percée d'une ouverture qui laisse passer la tranche de la molette, lorsque celle-ci est amenée dans la direction de la bande de papier.

La bande de papier passe, en regard de l'ouverture dont il vient d'être question, sous un guide qui la maintient sur un petit cylindre en acier; c'est là que la molette rencontre la bande; c'est là que se produit l'impression.

L'entraînement du papier est, à bien peu de choses près, le même que dans l'appareil Morse.

Le rouleau de papier est disposé sur un rouet mobile placé horizontalement dans un tiroir, logé lui-même dans le socle de l'appareil. Sortant par une échancrure ménagée à cet effet, la bande s'engage derrière un guide, passe sur le cylindre situé en regard de la molette et arrive au mécanisme d'entraînement. C'est, comme dans le Morse, un laminoir formé par deux cylindres dont l'un, entraîné par le mouvement d'horlogerie, détermine la rotation de l'autre.

Le premier cylindre est monté sur le 4e mobile et tourne avec lui. Le second, monté sur une chape, est mobile autour d'une vis à centre. Une manette permet de le relever, ce qui a pour effet d'interrompre l'entrainement de la bande de papier. La pression de ce cylindre sur le cylindre moteur est assurée par un long ressort en acier, vissé sur la platine antérieure.

La bande de papier passe entre les deux cylindres qui l'entraînent de droite à gauche, mais, à ce moment, la bande est recouverte des signaux enregistrés par la molette, aussi, pour ne pas les effacer, a-t-on creusé une gorge dans la partie du cylindre sous laquelle passent les signaux.

La bande s'étend ensuite sur une plate-forme située à gauche des cylindres d'entraînement.

Communications intérieures. — La manette qui permet de mettre en marche ou d'arrêter le récepteur permet également de mettre la ligne en relation avec ce récepteur ou avec une sonnerie; c'est la partie inférieure du levier articulé qui remplit ici l'office de commutateur. Son axe de rotation communique avec la ligne et, suivant que la manette est portée à droite ou à gauche, elle prend contact avec un plot communiquant avec l'entrée des bobines ou avec une sonnerie.

Si le récepteur ne doit être utilisé que pour des communications simples, il ne porte que quatre bornes disposées en une

Digitized by Google

seule rangée sur la face postérieure du socle; elles sont marquées L, S, S, T.

La borne L (fig. 226) communique avec l'axe inférieur de la manette d'arrêt. La borne S, voisine de la borne L, est reliée au plot contre lequel vient buter la manette d'arrêt lorsque le récepteur est arrêté; le plot contre lequel vient buter cette manette, lorsque l'appareil est en marche, est réuni à l'entrée du fil des bobines. La borne S, voisine de la borne T, est reliée à cette dernière qui, elle-même, communique avec la sortie des bobines.

La ligne est reliée à la borne L par l'intermédiaire du manipulateur et du transmetteur, la sonnerie est intercalée entre les deux bornes S, S, la borne T est à la terre.

Lorsque l'appareil doit fonctionner en *duplex*, on fait usage de bobines différentielles, dont les deux circuits égaux sont enroulés l'un à côté de l'autre.

Le récepteur comporte alors 7 bornes, disposées sur deux rangs; les nouvelles bornes, placées au-dessous des premières, portent les indications L, T*r*, T' (fig. 226).

Comme dans l'appareil simple, la borne L est reliée à l'axe de la manette d'arrêt, la borne S au plot d'arrêt, la borne S' voisine de la borne T est réunie à cette dernière.

La borne L' est réunie au plot de marche et à l'entrée du premier circuit des bobines; la borne T*r* réunit l'entrée du second circuit à la sortie du premier; la sortie du second circuit est reliée à la borne T' qui communique elle-même avec la borne T.

Dans l'installation du poste, la sonnerie reste intercalée entre les deux bornes S, S'; les autres bornes sont reliées à un commutateur à 8 directions.

Installation des postes. — Nous examinerons du premier coup l'installation qui permet de transmettre et de recevoir, à volonté, en simple ou en *duplex;* elle comporte, à chaque poste, outre le paratonnerre, le galvanomètre et la sonnerie :

Une pile,
Un manipulateur,
Un transmetteur,
Une résistance de compensation,
Un récepteur,
Deux commutateurs,
Un rhéostat,
Un condensateur gradué.

La figure 226 montre la liaison de ces différents appareils.

Le commutateur *c* est spécialement affecté à la graduation

Digitized by Google

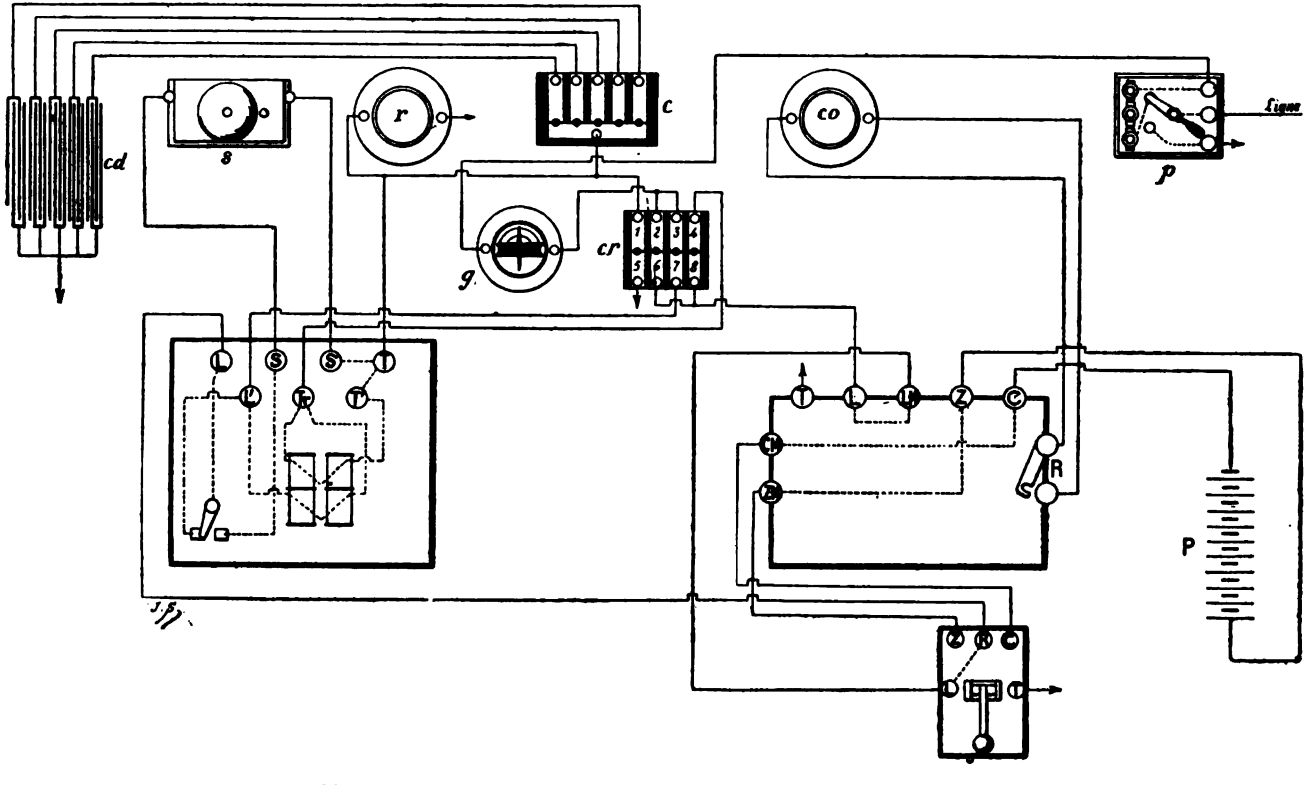


Fig. 226. — Installation d'un poste Wheatstone (monté en simple et en duplex).

Digitized by Google

du condensateur *cd;* il permet d'utiliser une combinaison quelconque des 5 boîtes *cd* et d'obtenir ainsi une graduation convenable. C'est un commutateur à chevilles, du genre des commutateurs bavarois; sa branche principale est reliée au plot n° 1 du commutateur *cr*, qui permet de passer de la transmission simple à la transmission double. C'est un commutateur à 8 plots, que l'on peut réunir deux à deux par des chevilles.

La ligne arrive à la borne *ligne* d'un paratonnerre à bobine *p;* la borne *terre* de cet instrument est reliée à la terre; la borne *appareil* au galvanomètre *g*.

Les autres communications sont les suivantes :

Manipulateur :

Borne Z avec borne ZM du transmetteur,

Borne R avec borne L du récepteur,

Borne C avec borne CM du transmetteur,

Borne L avec borne LM du transmetteur,

Borne T à la terre.

Transmetteur :

Borne T à la terre,

Borne L avec plots 6 et 8 du commutateur *cr*,

Borne LM avec borne L du manipulateur,

Borne Z avec le pôle négatif de la pile,

Borne C avec le pôle positif de la pile,

Bornes R avec la caisse de résistance de compensation *cc*.

Récepteur :

Borne L avec la borne R du manipulateur,

Borne L' avec le plot 7 du commutateur *cr*,

Borne S avec la sonnerie *s*,

Borne S' avec la sonnerie *s*, la borne T et la borne T',

Borne T_r avec le plot 4 du commutateur *cr*,

Borne T avec le rhéostat *r*, le plot 1 du commutateur *cr*, la branche principale du commutateur *c*, la borne T' et la borne S',

Borne T' avec les bornes T et S'.

Le galvanomètre *g* est relié aux plots 2 et 3 du commutateur *cr*, dont le plot 5 est à la terre.

Pour la transmission simple, on réunit par des chevilles métalliques les plots 1-5 et 2-6 du commutateur *cr*. On enlève toutes les chevilles du commutateur *c* pour supprimer le condensateur *cd;* on supprime également le rhéostat *r*.

Les courants venant de la ligne traversent le paratonnerre *p*, le galvanomètre *g*, les plots 2-6 du commutateur *cr*, entrent dans le transmetteur par la borne L, en ressortent par la borne LM, traversent le manipulateur de L en R et le récepteur de L en S,

Digitized by Google

font fonctionner la sonnerie et se perdent à la terre par les bornes S', T et les plots 1-5 du commutateur *cr*.

Lorsque le récepteur est mis en mouvement, les courants d'arrivée suivent le même trajet jusqu'au récepteur; là, ils passent de L en T par L', T*r* et T' et vont à la terre par 1-5 de *cr*.

Les courants de départ, lorsque la transmission est automatique, vont de la pile P aux bornes C, Z du transmetteur, et ces deux bornes sont, suivant les combinaisons qui se produisent, mises alternativement à la terre par la borne T ou en relation avec la ligne par la borne L, les plots 6-2 de *cr*, *g*, *p*. Avant de se rendre sur la ligne, ces courants traversent ou non la résistance *co* réunie aux bornes R. Lorsque la transmission se fait à la main, le transmetteur est arrêté et les bornes C, Z de cet instrument sont en relation avec les bornes CM, ZM. Les courants de la pile P arrivent au manipulateur par les bornes C, Z, et les deux pôles de la pile sont alternativement mis à la terre par la borne T ou distribués sur la ligne par la borne L; dans ce dernier cas, ils traversent le transmetteur de LM en L, passent par 6-2 de *cr*, *g*, *p* et vont sur la ligne.

Lorsqu'on veut travailler en duplex, on enlève les chevilles placées entre les plots 1-5 et 2-6 de *cr* et on les enfonce entre les plots 3-7 et 4-8. On supprime la résistance de compensation en réunissant les deux bornes R par une agrafe *ad hoc* dont est pourvu le transmetteur. On rétablit le rhéostat. On prend sur les 5 caisses de condensateurs la capacité convenable, au moyen du commutateur *c;* enfin, on place la manette du manipulateur dans la position de transmission.

Les courants venant de la ligne passent par *p*, *g*, 3-7 de *cr*, arrivent au récepteur par la borne L', circulent dans tout le circuit différentiel des bobines, et, par la borne T, vont à la terre en traversant le rhéostat *r*.

Les courants de départ se bifurquent entre le récepteur du poste de départ et la ligne.

Le fonctionnement de l'installation peut s'expliquer de la même manière que celui de l'installation décrite au sujet de l'appareil Morse, à cette différence près qu'ici on fait usage de courants positifs et de courants négatifs. Il convient donc de remarquer que : les piles des correspondants étant égales, deux courants de même sens, émis simultanément aux deux bouts de la ligne, y circulent en sens contraire et s'annulent; deux courants de sens contraires, émis simultanément aux deux bouts de la ligne, y circulent dans le même sens et s'ajoutent.

Dans le poste qui transmet seul, le récepteur ne fonctionne

Digitized by Google

pas; mais lorsque les deux postes correspondants émettent simultanément des signaux, chacun des deux récepteurs enregistre ceux de ces signaux qui lui sont destinés; mais il faut encore remarquer que chacun des récepteurs, bien que fonctionnant comme si le courant venait de la station correspondante, n'est actionné que par sa propre pile.

La résistance du rhéostat doit être réglée de façon à reproduire, dans chaque station, la résistance de la ligne, augmentée de la résistance des bobines du récepteur. C'est, avec l'égalité des piles, la condition essentielle de la transmission simultanée en sens opposé.

Le condensateur a pour objet de combattre la self-induction ou, si l'on veut, l'effet que l'extra-courant de rupture produirait dans le récepteur après chaque émission. Pendant l'émission, le condensateur se charge; il se décharge au moment où l'émission cesse. Cette décharge traverse les bobines du récepteur en sens inverse de l'extra-courant de rupture et annule ses effets.

La capacité du condensateur employé doit être en rapport avec la capacité électrostatique de la ligne; c'est pour cela qu'il est gradué et qu'un commutateur permet d'en disposer en tout ou en partie.

La résistance de compensation à intercaler entre le transmetteur et la ligne doit être à peu près égale à la moitié de celle de la ligne.

Pour installer l'appareil en local, ce qui est quelquefois nécessaire lorsqu'il est utile de régler les aiguilles, on place les chevilles du commutateur *cr* entre les plots 1 et 5 et entre les plots 4 et 8. Les courants émis par le transmetteur arrivent au récepteur par la borne T*r*, traversent l'un des circuits et vont à la terre par la borne T et les plots 1-5.

Lorsqu'on met l'appareil en local, il ne faut pas perdre de vue que les piles utilisées en vue de l'exploitation en ligne sont généralement très fortes; en en faisant usage pour la transmission locale, on risquerait de détériorer le fil des bobines; il faut donc, dans ce cas, employer une pile plus faible ou bien prendre les précautions suivantes : au lieu de réunir par des fiches les plots 1-5 et 4-8 de *cr*, on supprime la communication 1-5 pour ne maintenir que 4-8; puis, au moyen du rhéostat, on intercale entre le récepteur et la terre une résistance comparable à celle de la ligne à laquelle la pile en service est affectée; on conjure ainsi tout danger; mais si on veut obtenir une bonne réception avec une vitesse de transmission considérable, il faut aussi faire intervenir la résistance de compensation.

Digitized by Google

Réglage et entretien des appareils. *Perforateur.* — Le réglage du perforateur porte sur les pistons et sur les poinçons, dont le jeu doit être libre; mais c'est surtout la progression régulière du papier qui nécessite le réglage le plus fréquent. Ce réglage consiste à donner au levier d'arrêt du cliquet et au ressort antagoniste une tension convenable, qu'avec un peu d'habitude on apprécie aisément à la main. En cas de mauvais réglage, on agit sur les vis qui limitent la course du levier coudé et sur celle qui tend ou qui détend le ressort antagoniste. On vérifie ce réglage en examinant les trous perforés de la ligne médiane qui doivent être bien nets, sans déchirures, ni à droite ni à gauche. Les plaques de perforation qui peuvent être encrassées par les poussières de papier doivent être maintenues dans un parfait état de propreté. On doit veiller aussi à ce que le fonctionnement du rouet et des guides-papier soit très régulier et n'entrave pas le déroulement de la bande.

Transmetteur. — Les trois disques servant à la transmission du mouvement ne doivent pas être graissés; il faut seulement les nettoyer avec soin. Une cause d'arrêt ou de ralentissement peut provenir d'une pression exagérée du ressort garni d'une chape en agate qui sert de pivot à l'axe du volant. Les axes des mobiles doivent être graissés sans excès avec de l'huile fine (huile de pieds de mouton) que l'on dépose au moyen d'une pointe métallique. S'abstenir de graisser les engrenages. Éviter la poussière sur les différents organes, en maintenant fermées les cages vitrées.

Le réglage de la petite vis qui traverse le levier positif de pile doit être tel qu'une goupille ne puisse jamais toucher les deux leviers en même temps; toutefois, le jeu des goupilles doit être aussi petit que possible.

Le réglage le plus important est celui des aiguilles, qui doivent pivoter très librement autour de leur axe, et dont la position par rapport à la roue d'entraînement et à la bande perforée a la plus grande importance.

M. Le Tual, qui fait autorité en la matière, indique ainsi comment il faut procéder :

On met les appareils en local et on donne au transmetteur comme au récepteur leur minimum de vitesse; puis on met sur zéro l'indicateur du disque de réglage. On desserre avec exagération les deux vis de réglage, en commençant par la postérieure ou positive, jusqu'à ce que l'on n'obtienne aucun signal sur la bande du récepteur. On serre la vis de l'aiguille positive, sans s'occuper de la négative, jusqu'à ce qu'il se produise un

Digitized by Google

trait continu sur la bande; on continue ensuite à serrer progressivement la vis, jusqu'à ce que l'aiguille vienne toucher le rebord de gauche de la perforation de la rangée supérieure.

On agit ensuite sur la vis de réglage de l'aiguille négative jusqu'à ce que l'intervalle entre les pointes des deux aiguilles soit de 1,5 millimètre environ. On serre ou on desserre la vis jusqu'à ce que la réception soit bien régulière.

On augmente progressivement la vitesse, et si la régularité de la réception se maintient, on remet l'appareil en ligne.

Récepteur. — Outre les soins à donner au mouvement d'horlogerie, le réglage du récepteur porte sur la pression du cylindre supérieur d'entraînement et sur la position des armatures par rapport aux plaques polaires de l'électro-aimant.

La pression du cylindre d'entraînement et, par suite, le déroulement régulier de la bande dépendent du long ressort qui commande ce cylindre; c'est donc sur ce ressort que doit porter le réglage; il faut cependant, en outre, s'assurer que le rouet fonctionne bien, et que la marche de la bande n'est pas entravée par les différents guides.

Les armatures doivent être à égale distance des plaques polaires; plus l'amplitude de leurs oscillations sera petite, plus la sensibilité du récepteur sera grande; c'est en manœuvrant les vis de butée que l'on atteint ce double résultat. La molette, en enregistrant les signaux, ne doit toucher que légèrement la bande, sans exercer de pression sur elle; c'est également en agissant sur les vis de butée des armatures qu'on obtient ce résultat.

Il est superflu de dire que, dans les divers instruments, transmetteur, récepteur, manipulateur, toutes les pièces de contact qui livrent passage au courant doivent être maintenues en parfait état de propreté. Nous insisterons particulièrement sur la nécessité de vider chaque jour le bassin qui reçoit l'encre oléique, de le nettoyer, ainsi que le disque encreur et la molette, et de ne faire usage que d'encre oléique très fluide. Si on emploie de l'encre oléique ordinaire, on lui ajoute moitié d'essence.

Maniement des appareils. — La perforation de la bande de papier est faite, nous l'avons dit, à l'aide de petits marteaux avec lesquels on frappe sur les trois pistons du perforateur.

On glisse d'abord la bande de papier entre les plaques de perforation, en éloignant la roue d'entraînement au moyen de sa pédale, puis on laisse retomber cette roue, dont les dents déchirent la bande.

Digitized by Google

On tire ensuite la bande vers la gauche en abaissant, à plusieurs reprises, un des pistons du perforateur, jusqu'à ce que les dents de la roue d'entraînement s'engagent dans les trous de la ligne médiane et fassent avancer régulièrement la bande.

Pour perforer la bande, l'employé tient un marteau dans chaque main et frappe un coup sec sur le piston qui correspond au signal à perforer. Le signal *blanc* est frappé avec la main qui reste libre pendant la perforation du dernier signal.

Les employés exercés perforent de 25 à 30 dépêches à l'heure.

Le nombre des employés occupés à perforer les dépêches à écouler par un même fil dépend du trafic de la ligne ou mieux de la vitesse de transmission; il est généralement de deux ou de trois.

Un seul employé est chargé de diriger le transmetteur et le récepteur.

Au commencement de chaque séance, il convient de régler la vitesse de transmission et la résistance de compensation qui sont variables avec l'état de la ligne. C'est à l'employé chargé du transmetteur et du récepteur qu'incombe cette manœuvre; la première entente s'établit entre les deux correspondants au moyen du manipulateur.

L'employé de A débouche une résistance correspondant à la résistance moyenne de la ligne, puis met en transmission une bande perforée; l'employé de la station B manœuvre le disque de réglage jusqu'à ce que les signaux collent, puis agit en sens inverse jusqu'à ce que les signaux deviennent réguliers; il fait alors augmenter la vitesse de transmission du correspondant jusqu'à ce que les signaux deviennent irréguliers.

L'employé de A fait alors régler la résistance de compensation de B en se basant sur le principe suivant :

Le point ou le blanc qui suit un courant de compensation est toujours trop court quand la résistance de compensation est trop forte; il est toujours trop long quand la résistance de compensation est trop faible.

Pour diminuer un courant compensateur trop fort, il faut augmenter la résistance de compensation. Pour augmenter un courant compensateur trop faible, il faut diminuer la résistance de compensation.

Le réglage du poste B terminé, on procède à celui de A en intervertissant les rôles, et si on ne parvient pas à obtenir de résultats satisfaisants, en manœuvrant les caisses de résistance de compensation, il faut diminuer la vitesse,

Digitized by Google

Le réglage en duplex porte sur le rhéostat et sur le condensateur.

Lorsque les points sont plus longs que les intervalles blancs, il faut augmenter la résistance du rhéostat.

Lorsque les points sont plus courts que les intervalles blancs, il faut diminuer la résistance du rhéostat.

Lorsque les points sont égaux aux intervalles blancs, le réglage est satisfaisant.

Le condensateur doit avoir une capacité égale à celle de la ligne, capacité variable suivant l'état de l'atmosphère.

On augmente la capacité du condensateur lorsqu'il se produit des points entre les signaux, on la diminue si les traits sont coupés ou si les points manquent.

Règles de service. — Le service est assuré habituellement, dans chaque poste, par 5 ou 7 employés, suivant que la transmission est simple ou double. L'un des employés dirige les appareils, deux ou trois sont affectés à la perforation, deux ou trois à la traduction et à la transcription des télégrammes.

Le dirigeur assure le service des rectifications; il perfore lui-même les demandes et reçoit les réponses.

Les transmissions se font par séries numérotées de 5 télégrammes, les séries de numéros impairs appartenant à l'une des stations, les séries de numéros pairs à l'autre. L'alternat est réglé, suivant le nombre des traducteurs, par deux ou par trois séries transmises successivement dans le même sens.

Chaque série commence par le mot *série* n°....,, et se termine par le nombre des télégrammes qu'elle contient, ce nombre ne devant jamais dépasser 5, mais pouvant être inférieur; ainsi, un télégramme de plus de cent mots compte pour une série complète.

La bande perforée représentant une série est enroulée sur un petit rouleau en buis qui, au moment de la transmission, est posé sur une fourchette en laiton faisant partie du transmetteur et située à sa droite; les originaux des télégrammes, dûment parafés, sont placés dans une chemise spéciale.

Les bandes perforées sont détruites après accusé de réception.

Les bandes traduites sont enroulées sur un rouet et conservées, en vue d'assurer un contrôle ultérieur, s'il y a lieu.

Le signal de fin de transmission est donné par l'employé dirigeur au moyen du manipulateur qu'il met sur position de transmission, après avoir fermé son transmetteur, et qu'il met ensuite sur position de réception lorsqu'il a transmis le signal final.

Les rectifications sont transmises de part et d'autre, demandes

Digitized by Google

et réponses, dans l'intervalle de deux séries de télégrammes.

Les séries sont séparées par une suite de points plus ou moins longue.

SIPHON RECORDER

Principe. — Des courants, destinés à reproduire des signaux analogues à ceux de l'alphabet Morse, sont envoyés sur la ligne au moyen d'un manipulateur à double courant. Ces courants, d'égale longueur, et émis à des intervalles égaux pour une même lettre, sont positifs pour figurer les points des signaux Morse, négatifs pour figurer les traits ou inversement.

Le récepteur est un galvanomètre enregistreur très sensible. Un cadre galvanométrique est suspendu dans un champ magnétique intense. Ce cadre commande un siphon très léger formé par un tube capillaire de verre, plongeant dans un réservoir d'encre très fluide à base d'aniline. La pointe du siphon repose sur une bande de papier se déroulant d'un mouvement continu et y dépose une trace d'encre; cette trace d'encre est une ligne droite occupant la partie médiane de la bande lorsqu'aucun courant ne traverse l'appareil; elle devient sinueuse si le cadre galvanométrique est parcouru par des courants.

La moindre déviation du cadre est accusée par le siphon qui l'amplifie, de sorte que, lorsque les signaux émis par le manipulateur arrivent au récepteur, le siphon les enregistre sur la bande sous forme de sinuosités très accentuées. On peut admettre que tous les sommets des courbes situés au-dessus de la ligne médiane représentent les points de l'alphabet Morse, tandis que tous les sommets des courbes situés au-dessous représenteront les traits; on obtient ainsi une écriture conventionnelle (fig. 227) dont la lecture ne présente pas de difficultés.

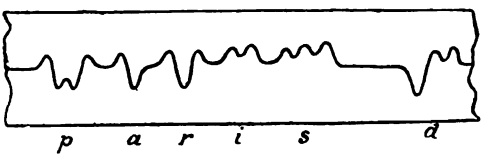


Fig. 227. — Signaux du siphon recorder.

Manipulateur. — Le manipulateur à double courant est excessivement simple. Sur un socle en ébonite sont montés deux ressorts parallèles en laiton A, B (fig. 228). Sur l'extrémité fixe de chacun des ressorts est une borne à contre-écrou L, T;

Digitized by Google

ces bornes reçoivent le fil de ligne et le fil de terre. Dans leur position de repos, les deux ressorts s'appuient contre un pont métallique *p*, garni de deux vis à contre-écrou *v*, v_1 qui leur servent de plots de repos. Deux bornes latérales P, P_1, également à contre-écrous, sont reliées, l'une au pôle positif de la pile, l'autre au pôle négatif. La borne P communique avec le pont *p*, l'autre est reliée par une lame de cuivre aux deux plots

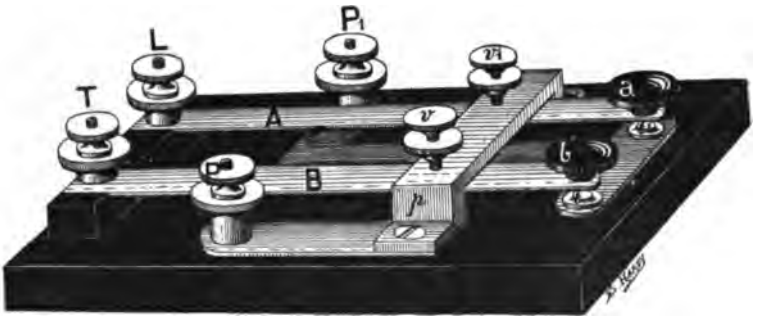


Fig. 228. — Manipulateur à double courant.

de travail *t*, t_1 des ressorts A, B. En regard des plots de travail, les ressorts sont garnis de contacts platinés et de boutons en ébonite *a*, *b*, qui servent à abaisser les touches. Si le pôle positif est relié à la borne P_1, et le pôle négatif à la borne P, on met le pôle positif à la terre en abaissant le levier de gauche *b*; le pôle négatif communique alors avec la ligne par le pont *p* et le ressort A; en abaissant le levier de droite *a* on met le pôle positif en relation avec la ligne, le pôle négatif continuant à communiquer avec la terre par le pont *p* et le ressort B.

Récepteur. — Un aimant très puissant (fig. 229), dont chacune des branches est formée par l'assemblage de 42 tiges d'acier, compose le socle et le bâti de l'instrument; cet aimant, haut d'environ 70 centimètres, est garni de pièces polaires, entre lesquelles est suspendu l'équipage galvanométrique Les deux plaques polaires sont réunies en arrière, par une forte plaque en laiton dans laquelle est pratiquée une glissière. Dans cette glissière s'engage la pièce unique qui soutient tout le système. C'est une longue règle de laiton AB (fig. 230) dont la partie supérieure est traversée par la vis V qui soutient la poulie P, montée sur la chape *p*. Sur la gorge de la poulie P passe le fil de cocon *ff* auquel est supendue une bobine D, formée d'une vingtaine de spires de fil de cuivre recouvert de soie. Le diamètre du fil est

Digitized by Google

de 0,08 millimètre et les spires sont collées ensemble avec de la gomme laque; on obtient ainsi une bobine suffisamment rigide pour dispenser de la monter sur un cadre; on allège d'autant l'ensemble du système qui ne pèse que 3 grammes. Pour permettre le travail en duplex, l'enroulement est double et chacun des circuits a une résistance d'environ 250 ohms. Les quatre bouts des fils sont terminés par des boudins très souples qui, soigneusement isolés, aboutissent aux bornes E, F, G, H, montées sur les pièces isolantes I, J. Lorsqu'on travaille en simple, on réunit bout à bout les deux circuits en reliant les bornes convenables par un fil de cuivre.

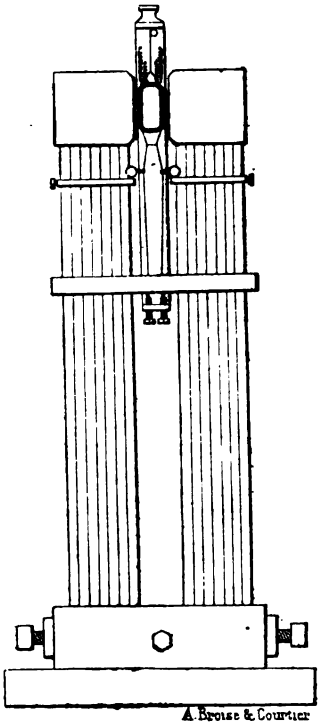


Fig. 229. — Siphon recorder (récepteur).

A sa partie inférieure la bobine porte une petite agrafe très légère, dans laquelle s'engage le fil de cocon f_4 f_4, attaché d'autre part au ressort à boudin R.

L'ensemble des fils f, f, f_4, f_4 forme un axe de suspension autour duquel pivote la bobine D. La tension des fils f, f, f_4, f_4 est réglée par deux fils transversaux f_2, f_2, greffés sur les fils f, f, et commandés par les vis V_4, V_2, autour desquels ils s'enroulent.

Sur la règle AB, en regard de la bobine D, une pièce de cuivre L, perpendiculaire à AB, supporte un cylindre de fer doux C; ce cylindre est creux; il ne touche pas la bobine D et ne peut en rien gêner ses mouvements, mais il est placé, comme la bobine elle-même, entre les deux pièces polaires de l'aimant fixe et concentre sur lui les lignes de force, de façon à former un champ magnétique plus intense dans lequel se meut la bobine.

La partie supérieure de la bobine D est garnie d'une petite semelle en aluminium *e* sur laquelle un siphon en verre, très léger, est fixé par une goutte de cire. Ce siphon est formé par un tube de verre long de 10 à 11 centimètres, recourbé deux fois à angle droit dans le voisinage de l'une de ses extrémités et recourbé encore à 130° à 5 ou 6 millimètres de l'extrémité

Digitized by Google

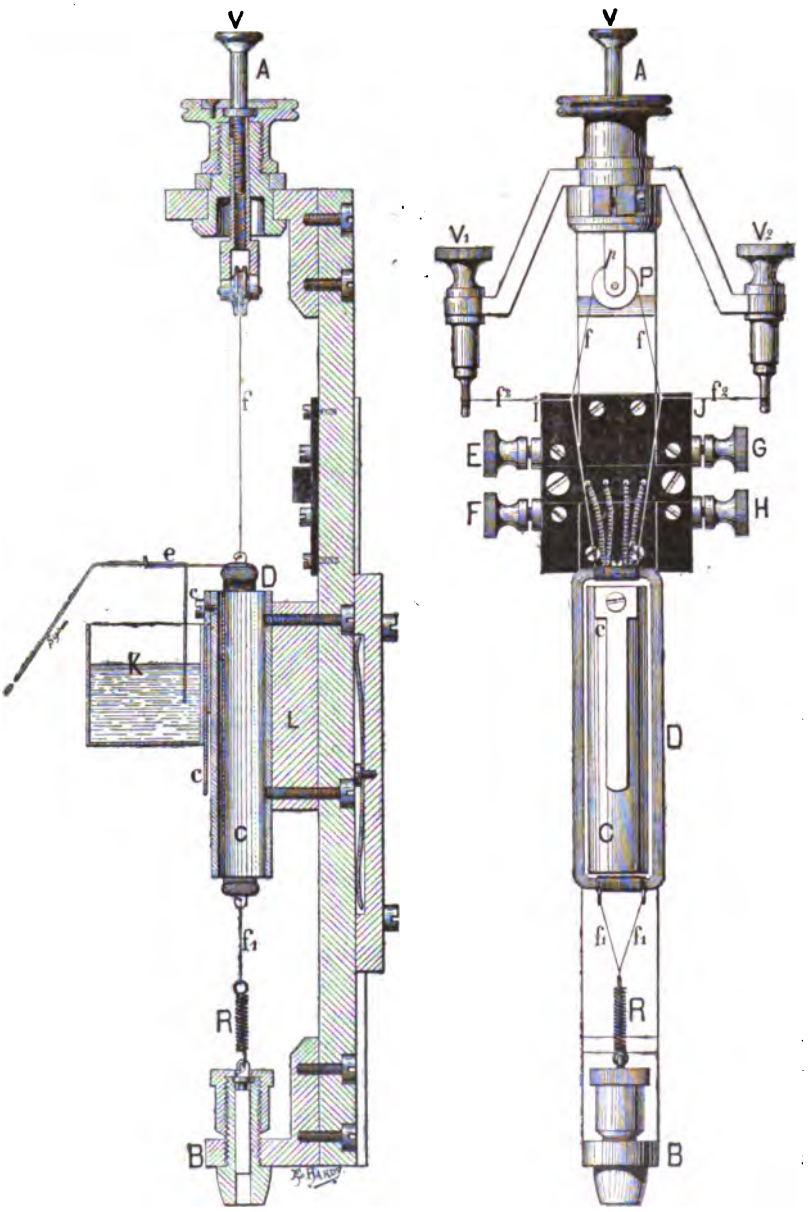


Fig. 230. — Détails du siphon recorder.

Digitized by Google

opposée. Le côté doublement recourbé, est enfilé dans un des trous pratiqués, à cet effet, dans la semelle *e* et plonge dans un encrier K rempli d'encre à base d'aniline; l'autre bout est très rapproché de la bande de papier sur laquelle les signaux doivent être enregistrés. L'encrier, garni d'une coulisse, se place sur la tige en laiton *c* qui forme glissière, en même temps qu'elle fait ressort, et qui est vissée sur le cylindre C.

Les siphons sont très fragiles et il est indispensable de les fabriquer sur place. Pour les confectionner, on fait usage de tubes capillaires en verre. Ces tubes, rectilignes, ont une lon-

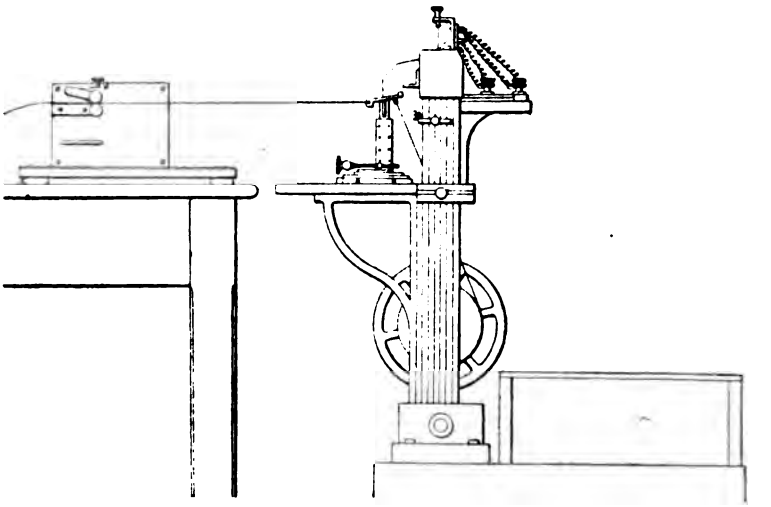


Fig. 231. — Siphon recorder (entraînement de la bande).

gueur de 15 centimètres et un diamètre de 30 à 35 centièmes de millimètre; pour expédier ces tubes, on les renferme dans d'autres tubes de verre suffisamment solides pour les protéger.

La courbure à donner au siphon est obtenue en mettant le tube capillaire en contact avec la base de la flamme d'une allumette et en le façonnant à la main. Le tube est rogné avec des ciseaux à la longueur voulue et, au besoin, on use à l'émeri l'extrémité qui tracera les signaux sur le papier, de façon à obtenir une pointe fine et douce.

Le déroulement de la bande de papier est assuré par un mécanisme d'horlogerie, mû par un poids, et exactement semblable à celui du transmetteur Wheatstone. Ce mouvement d'horlogerie (fig. 231) actionne un laminoir à peu près semblable à celui du

Digitized by Google

récepteur Morse. La bande sur laquelle les signaux sont déjà inscrits est entraînée en passant entre les deux cylindres de ce laminoir. Le rouet est indépendant du dérouleur.

Au point où la bande est en relation avec le siphon et, par conséquent, où elle reçoit les signaux, elle repose sur une *selle* représentant une surface cylindrique, contre laquelle deux petits ressorts latéraux la maintiennent appliquée. Avant de reposer sur la platine, la bande passe sur un guide-papier; elle en rencontre un autre à sa sortie,

L'ensemble de la selle et des guides (fig. 232) est monté sur un chariot analogue au chariot des tours, qui, au moyen de deux

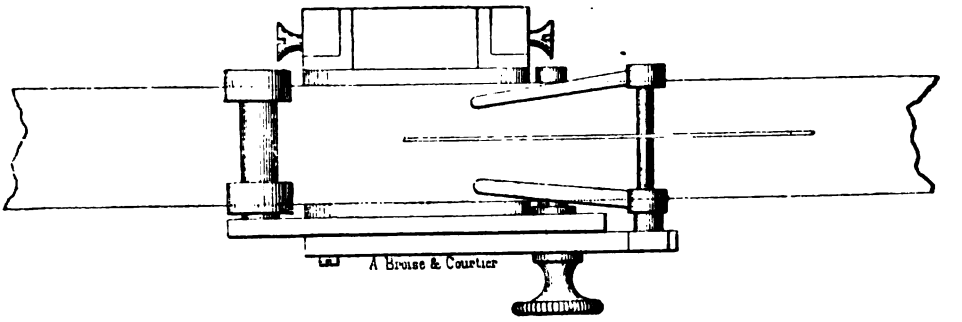


Fig. 232. — Siphon recorder (enregistrement des signaux).

glissières perpendiculaires et de deux vis à main, permet le déplacement du système; une troisième vis de réglage permet d'incliner la selle dans le sens transversal de la bande.

Installation des postes. — Chaque poste contrôle sa propre transmission, une partie des courants émis traversant les bobines du récepteur du poste de départ. Sur la figure 233, le poste A est dans la position de transmission, le poste B dans la position de réception; l'emplacement des chevilles des commutateurs D, D_1 détermine ces positions. En D, poste qui transmet, deux chevilles sont interposées entre les plots 2, 3 et le plot 5; en D_1, poste qui reçoit, une seule cheville est utilisée, elle est placée entre les plots 1 et 4.

Au départ, lorsqu'on abaisse la clé M, le courant, entre les plots 3, 5, 2, prend deux directions; une partie suit le trajet 3, 5, R_2, l'autre prend le chemin 3, 5, 2, *a*. En *a*, la plus grande partie du courant se dirige vers le condensateur C et, par son intermédiaire, agit sur la ligne; la partie la plus faible traverse

Digitized by Google

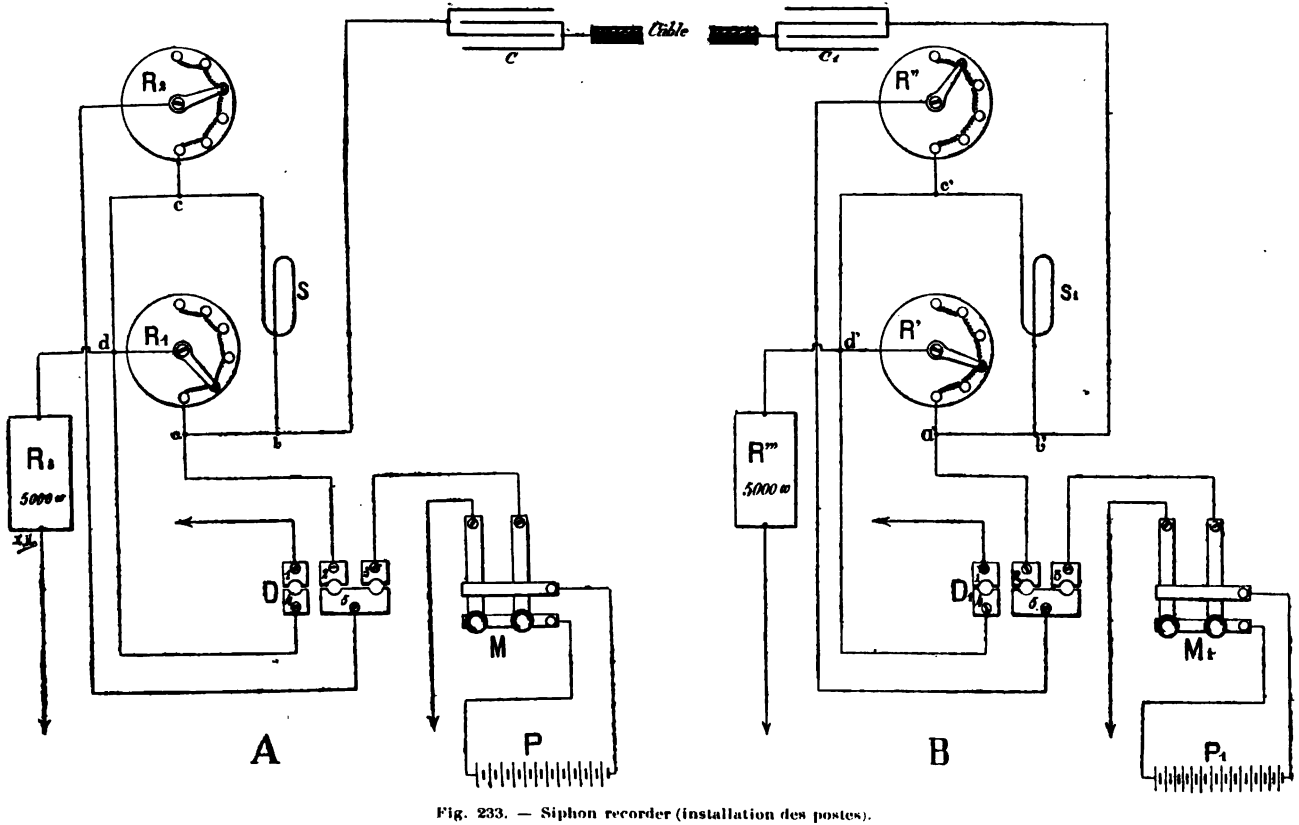


Fig. 233. — Siphon recorder (installation des postes).

Digitized by Google

la bobine S du siphon et son shunt R_1, se réunit en *c* à la fraction qui a traversé R_2 et s'écoule à la terre par *d* et R_3.

A l'arrivée, la décharge du condensateur C_1 se fait sentir à travers *b'*, S_1, *c'*, *d'* et se rend à la terre par les plots 4 et 1; une dérivation traverse le rhéostat R'.

Les rhéostats R_2, R'' ne contiennent que des résistances qui ne dépassent pas 8 ohms; dans les rhéostats R_1, R' les résistances sont supérieures à 500 ohms; enfin, dans les rhéostats R_3 et R''', elles sont de 5000 ohms au moins.

Application de la transmission automatique Wheatstone au siphon recorder sur les câbles sous-marins, système Belz et Brahic. — Dès 1882, M. Brahic présenta un projet de modification du perforateur et du transmetteur Wheatstone, en vue d'appliquer la transmission automatique au siphon recorder et d'augmenter ainsi le rendement des câbles. M. Belz s'étant lui-même occupé de la question, l'appareil définitivement adopté fut étudié en commun par MM. Belz et Brahic.

Le principe du système consiste à employer comme manipulateur sur le câble un relais Froment, monté en inverseur de courant, et à n'utiliser le transmetteur Wheatstone que pour actionner les électro-aimants de ce relais au moyen d'une pile locale.

Perforateur.— Le perforateur Wheatstone, dont on fait usage dans le système Belz et Brahic n'a plus à transmettre que des points; il a été, dès lors, possible de simplifier le perforateur ordinaire.

La forme générale reste la même, le mécanisme n'a pas été changé, mais il n'existe plus que trois poinçons, l'un pour les émissions positives correspondant aux points, l'autre pour les émissions négatives représentant les traits, le troisième pour l'entraînement de la bande de papier.

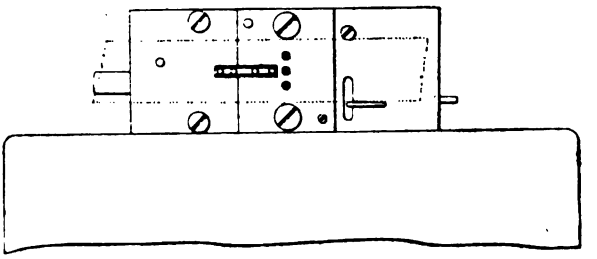


Fig. 231. — Perforateur Brahic.

La plaque de perforation ne comporte plus que trois trous placés sur la même verticale (fig. 234).

Les trois poinçons sont également situés dans un même plan

Digitized by Google

vertical. La touche ou plutôt le piston *point*, dont le levier est situé entre les deux autres, commande le poinçon supérieur et le poinçon du milieu; il produit la perforation ⠿ (point). Le piston *trait*, situé à droite, commande le poinçon du milieu et le poinçon inférieur; il produit la perforation ⠶ (trait). Le poinçon *blanc*, situé à gauche, ne commande que le poinçon du milieu et produit la perforation o qui sert à l'entraînement du papier. La figure 235 représente une bande perforée d'après ce système.

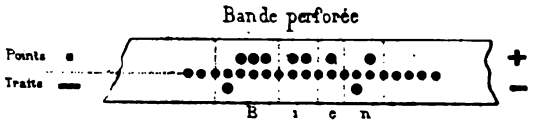


Fig. 235. — Perforation Brahic.

Transmetteur. — Les modifications apportées au transmetteur Wheatstone sont plus sensibles; elles portent principalement sur le mécanisme imprimeur. Tous les signaux à transmettre, points ou traits, sont de même longueur, ils ne diffèrent que par le sens de l'émission.

Dans le nouveau transmetteur, le balancier B (fig. 236) est métallique et ne porte qu'une seule goupille, située au-dessus de deux leviers coudés $m\,o\,q$, $m'\,o\,q'$, montés sur le même axe o. A l'extrémité de ces leviers sont articulées les aiguilles p, p'. En regard des têtes m, m' des leviers coudés sont placées deux vis de butée, isolées l'une de l'autre et isolées aussi du massif. Les ressorts à boudin r, r' tendent à appliquer les têtes m, m' contre les vis de butée. Ces ressorts sont d'ailleurs réglables, car ils sont accrochés aux leviers $v\,u\,r$, $v'\,u\,r'$, mobiles autour de l'axe u et commandés par les vis t, t'.

Dans la position de repos, les leviers $m\,o\,q$, $m'\,o\,q'$ sont arrêtés par la goupille du balancier B et ne peuvent pas toucher leurs vis de butée. Mais, pendant les oscillations du balancier B, sa goupille s'élève et, dégageant les leviers coudés, leur permet de s'élever aussi; cependant ce mouvement de bas en haut est limité par la présence de la bande de papier qui déroule au-dessus des aiguilles p, p'. Par suite même de la façon dont la bande est perforée, les deux aiguilles ne peuvent rencontrer simultanément les perforations.

Toutes les fois qu'une des aiguilles est arrêtée par la bande de papier non perforée, le levier coudé correspondant n'a pas assez de jeu pour prendre contact avec sa vis de butée.

Toutes les fois qu'une des aiguilles traverse une perforation, le levier coudé correspondant suit le mouvement ascendant de

Digitized by Google

la goupille du balancier B, en restant en contact avec elle, et a assez de jeu pour que sa tête prenne contact avec sa vis de butée.

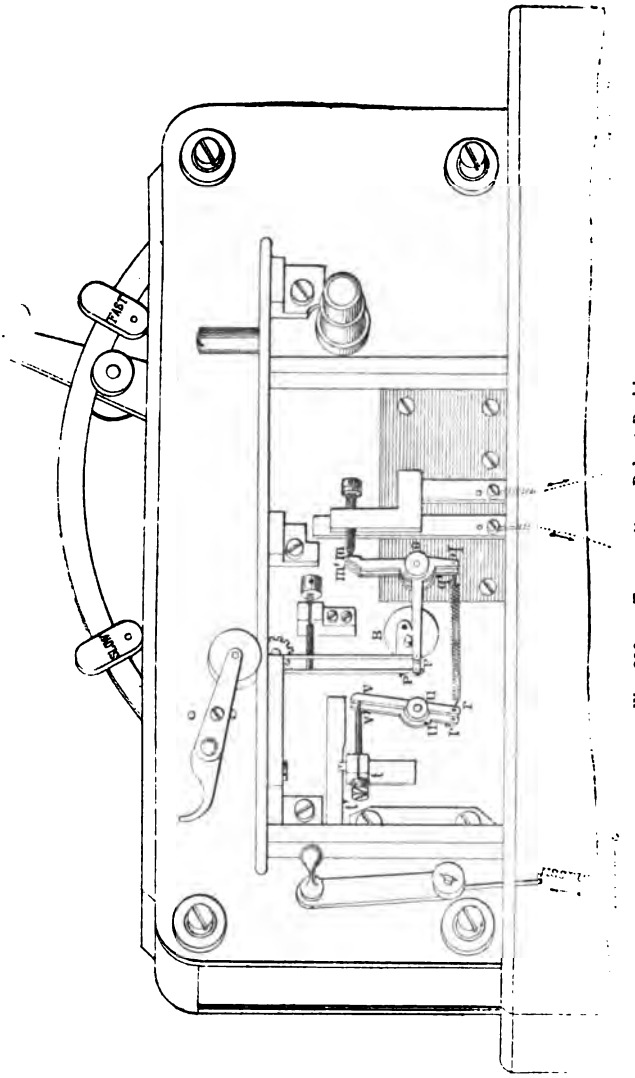


Fig. 236. — Transmetteur Belz et Brahic.

Si nous supposons que le balancier B soit relié à la ligne par le massif du transmetteur et que les deux vis de butée soient respectivement réunies aux deux pôles de la pile, on voit que chaque fois qu'une aiguille traverse une perforation, une émis-

Digitized by Google

sion de courant est envoyée sur la ligne et que le sens de cette émission dépend de l'aiguille qui a traversé la perforation.

Dans la pratique, les émissions de courant ainsi produites n'agissent pas directement sur le câble, elles ont pour effet

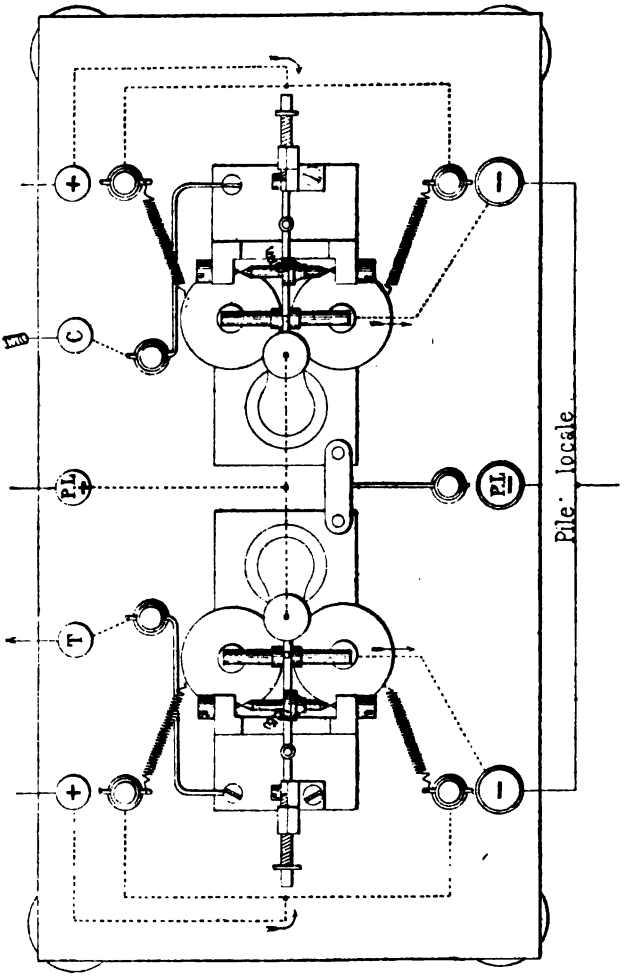


Fig. 237. — Relais Froment monté en inverseur.

d'actionner un relais Froment, convenablement monté, qui permet de contrôler à l'oreille la régularité des transmissions et qui, lui-même, agit sur le câble,

Pour obtenir ce résultat, le massif du transmetteur est relié à une pile locale positive et chacune des vis de butée des leviers coudés est réunie à une des paires de bobines du relais Froment.

Digitized by Google

Relais Froment monté en inverseur. — La figure 237 montre la disposition à adopter.

Dans chaque paire de bobines, le pôle positif de la pile locale [bornes (+)] est relié à l'entrée et à la sortie du fil enroulé sur les noyaux. Le pôle négatif [bornes (—)] communique à la culasse; on obtient ainsi des circuits parallèles dans chaque paire de bobines, ce qui a pour effet de diminuer la résistance. Le pôle positif de la pile de ligne (borne PL +) est relié aux butées de repos des deux colonnes de translation, le pôle négatif (borne PL —) aux butées de travail.

Le câble est mis en relation avec le massif de l'une des sections du relais, le massif de l'autre section est mis à la terre.

Dans la position de repos, le câble est en communication avec la terre; il est également réuni au pôle positif de la pile de ligne, par les butées de repos des armatures, mais le pôle négatif est isolé.

Par suite de la disposition des communications du transmetteur, le courant est envoyé dans l'une ou l'autre des paires de bobines du relais, suivant que l'une ou l'autre des aiguilles traverse une perforation.

Si le courant traverse les bobines de gauche, l'armature attirée rencontre sa butée de travail et met le pôle négatif de la pile de ligne à la terre; le pôle positif est en relation avec le câble par l'armature de droite en contact avec sa butée de repos. Si le courant traverse les bobines de droite, l'armature attirée rencontre sa butée de travail et met le pôle négatif de la pile de ligne en relation avec le câble, le pôle positif restant à la terre par l'armature de gauche appuyée sur sa butée de repos.

On voit que cette installation fonctionne exactement comme le manipulateur à double courant précédemment décrit.

Installation des postes. — Les postes sont montés pour la transmission simple et pour la transmission double. Le système duplex employé est celui que l'inspecteur général Ailhaud a imaginé en 1876; c'est une combinaison de la méthode différentielle et de la méthode du pont de Wheatstone.

La description de ce système a été publiée par M. Gramaccini dans les *Annales télégraphiques* (année 1877); elle s'appliquait à l'appareil à miroir; rien n'y est changé pour le siphon recorder.

La figure 238 montre la disposition théorique adoptée. L'appareil est à double circuit.

M est une clé double;

A, B sont les branches du pont dont les résistances sont telles que $A = 2B$;

Digitized by Google

P, premier circuit de l'appareil, est intercalé entre les points H et I du pont;

S, second circuit, aboutit d'une part à la terre, de l'autre à une des armatures du condensateur C;

D est une résistance intercalée devant le câble pour faciliter le réglage;

G est la résistance de la ligne factice; elle doit satisfaire à la condition :

$$\frac{G}{D + \text{rés. du câble} + \text{rés. au poste d'arrivée}} = \frac{B}{A} = \frac{1}{2}$$

C, condensateur dont l'une des armatures communique avec la terre à travers le circuit S et dont l'autre armature est reliée au point H à travers la résistance F;

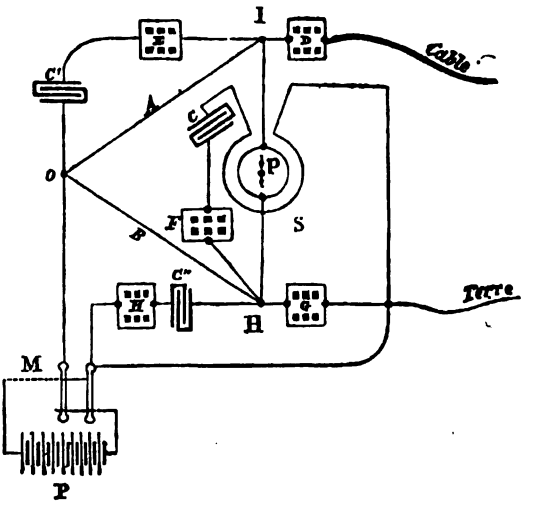


Fig. 238. — Schéma d'une installation en duplex (système Ailhaud).

C′ et C″ sont des condensateurs auxiliaires destinés, avec les résistances E, H, à faciliter le réglage du condensateur C.

Le réglage des résistances se fait par tâtonnements; une fois l'équilibre obtenu, il suffit, pour le maintenir, de faire varier de temps en temps les résistances de quelques unités seulement.

Voici, à titre de renseignements, d'après M. Gramaccini, les valeurs moyennes des résistances et des condensateurs que l'on employait pour le réglage des appareils à miroir entre Marseille et Alger :

Branche	A.	2000 ohms.
Branche	B.	1000 —
Rhéostat	G.	4900 —
—	F.	10900 —
—	E.	2600 —
—	H.	3000 —
—	D.	1000 —

Digitized by Google

Condensateur	C.	21 microfarads.
—	C'. . . .	16 —
—	C''. . . .	2.5 —
Pile.	. . . . .	6 à 10 éléments.

La capacité du câble était d'environ 140 microfarads.

L'installation pratique est représentée par la figure 239.

Le siphon est posé sur un plateau en bois, très solidement fixé au mur ou au plancher pour amortir les vibrations : il supporte le rouet et la selle sur laquelle passe la bande de papier, en regard du siphon.

A côté du siphon sont placés, dans une boîte, les rhéostats; les condensateurs sont renfermés dans une armoire. Deux tables, placées dans le voisinage, supportent, l'une, le mécanisme d'horlogerie servant à l'entraînement du papier et une clé permettant de transmettre à la main; sur l'autre table se trouvent le transmetteur Wheatstone, le relais Froment et une seconde clé pour transmettre à la main en duplex. Les commutateurs permettant de passer de la transmission simple à la transmission double, ou de la transmission automatique à la transmission manuelle trouvent également place sur cette table.

Les tables de perforation et de lecture sont complètement indépendantes.

Sur le plan d'installation (fig. 239), on aperçoit :

Sur la table A :

Le siphon recorder D à double enroulement,

La résistance E placée en avant du câble F,

Les deux branches de comparaison du pont G,

La résistance H formant la troisième branche du pont,

La résistance I qui règle le condensateur N,

La résistance J qui règle le condensateur O,

La résistance K qui règle le condensateur Q.

Le condensateur de transmission M, ainsi que les trois autres N, O, Q, sont placés dans une armoire.

Sur la table B :

Le dérouleur S et la clé U pour la transmission simple à la main.

Sur la table C :

Le relais Froment R,

Le transmetteur W,

La clé V pour la transmission double à la main,

Le commutateur de ligne X,

Le commutateur de terre Y.

Digitized by Google

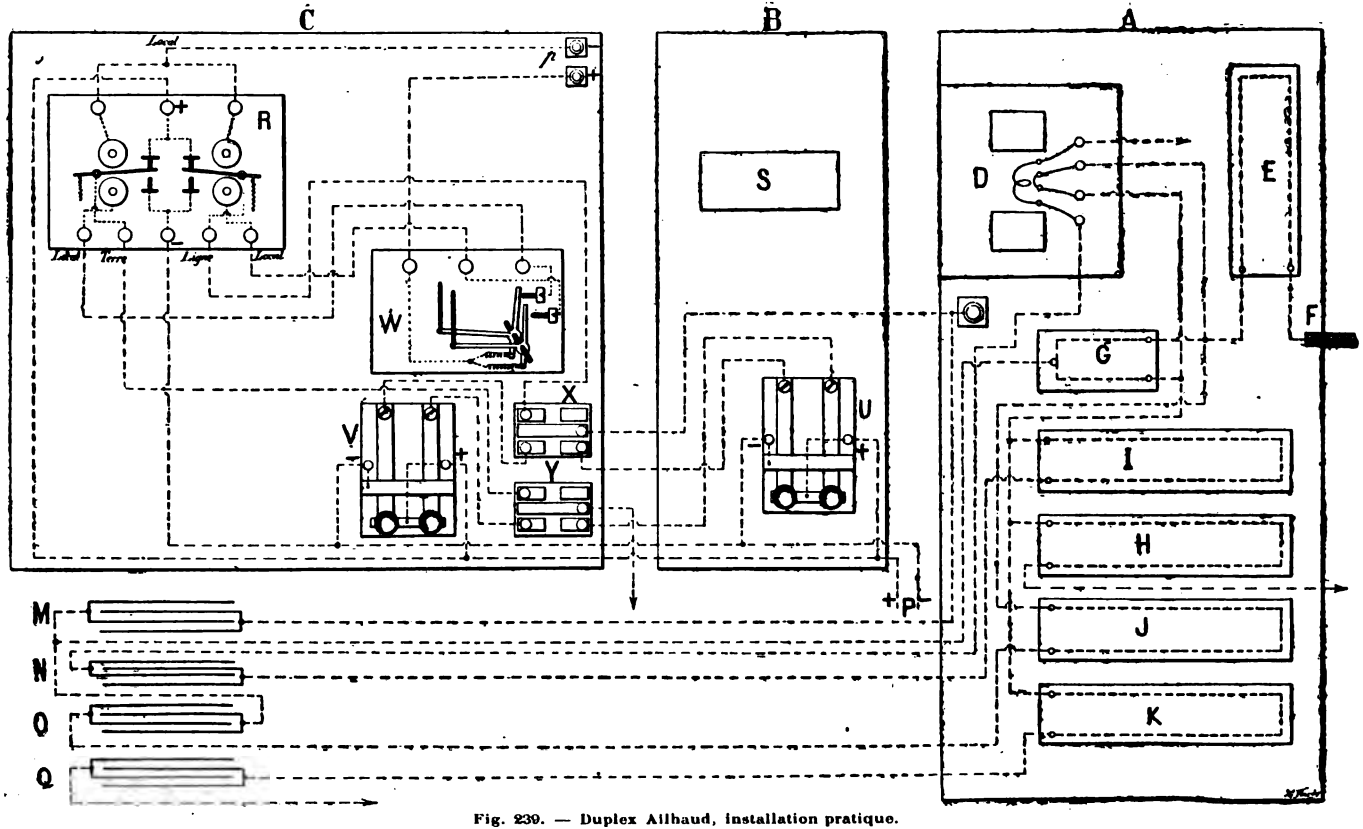


Fig. 239. — Duplex Allhaud, installation pratique.

Digitized by Google

Ces deux commutateurs sont des commutateurs bavarois à 4 directions, dont le jeu est facile à comprendre; ils permettent de passer de la transmission automatique double ou simple à la transmission manuelle.

Les bornes de la pile locale sont en *p*, celles de la pile de ligne en P.

Relais Rouch et Hautreux. — Dans le système que nous venons de décrire, il n'est pas possible de mettre l'appareil sur sonnerie, et on est obligé de laisser dérouler constamment la bande. C'est un inconvénient assez grave pour attirer l'attention des chercheurs; aussi a-t-on présenté déjà plusieurs solutions de la question. MM. Rouch et Hautreux ont notamment étudié un relais dont on fait usage sur les câbles d'Algérie, et qui permet de mettre la ligne sur sonnerie.

C'est un petit pendule très léger, suspendu entre les pointes de deux vis; sa partie inférieure, en forme de fourchette, peut embrasser le siphon; sa partie supérieure, en aluminium, est en regard d'un ressort en relation avec l'un des pôles d'une pile locale; l'autre pôle de cette pile est relié au pendule par l'intermédiaire d'une sonnerie.

Le support du pendule, commandé par une glissière, est isolé du ressort. Au moyen de cette glissière, on peut amener le pendule assez près du siphon pour que celui-ci soit placé entre les branches de la fourchette; l'appareil est alors sur sonnerie; en effet, le moindre déplacement du siphon fait osciller le pendule, dont la partie supérieure, rencontrant le ressort, ferme le circuit local de la sonnerie.

Perforateur Terrin. — Le perforateur rapide, imaginé par M. Terrin, permet de préparer de 70 à 80 dépêches à l'heure; il est employé sur les câbles d'Algérie.

La perforation est celle du système Belz et Brahic, c'est-à-dire que le point est figuré par une perforation située au-dessus des trous d'entraînement, le trait par une perforation placée au-dessous (fig. 240).

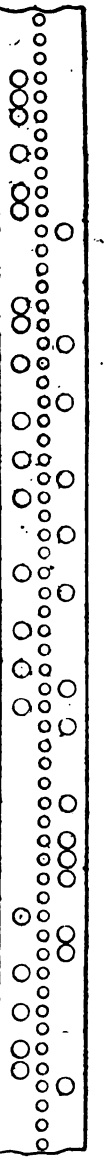


Fig. 240. — Perforation Terrin.

L'appareil est assez compliqué; il emprunte une partie du mécanisme du Hughes et doit sa rapidité à ce que chaque lettre est composée d'un seul coup. Les lettres de l'al-

Digitized by Google

phabet Morse ayant, comme chacun le sait, des longueurs très différentes, il en est résulté une difficulté que l'inventeur a su vaincre : celle de l'avancement du papier. La quantité dont doit avancer la bande de papier après chaque perforation est, en effet, subordonnée à la longueur de la lettre perforée.

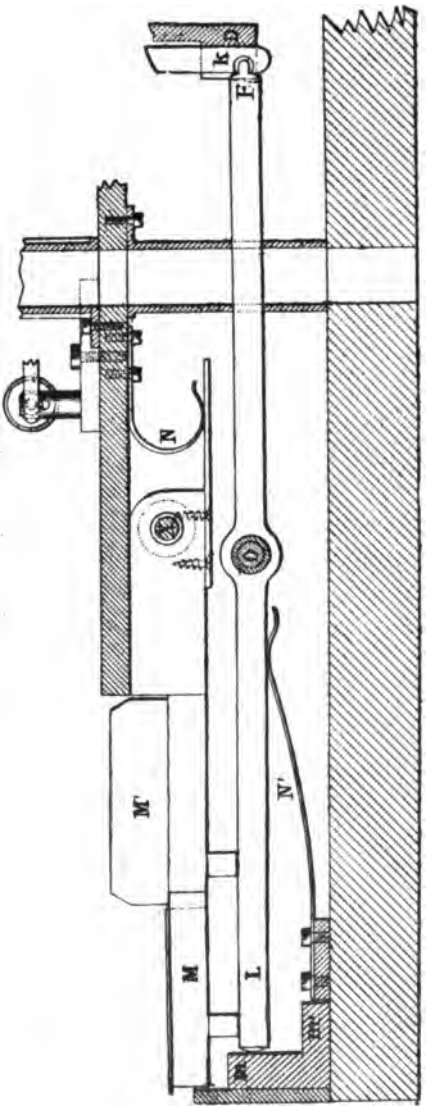


Fig. 241. — Clavier du perforateur Terrin.

Le clavier qui sert à manipuler se compose de onze touches, six blanches et cinq noires.

L'une des touches blanches est affectée aux *blancs* de séparation des mots; les cinq autres aux traits; les cinq touches noires correspondent aux *points*.

Les onze touches du clavier commandent six goujons, qui agissent eux-mêmes sur un jeu de poinçons.

Ces poinçons, au nombre de seize, occupent trois rangées horizontales; la rangée supérieure comprend cinq gros poinçons, la rangée du milieu six petits poinçons et la rangée inférieure cinq gros poinçons. Dans le sens vertical, on trouve un petit poinçon en vedette: chacun des autres est intercalé entre deux gros poinçons.

Le mécanisme moteur est celui de l'appareil Hughes jusques et y compris la détente. Là, un axe particulier que nous appelle-

Digitized by Google

rons *axe de perforation* a été substitué à l'axe d'impression.

L'embrayage de cet axe avec l'axe du volant est produit par le soulèvement des goujons, provoqué lui-même par l'abaissement des touches. L'embrayage une fois produit, les deux axes exécutent de concert une révolution complète.

Chacune des cinq touches noires forme, en quelque sorte, paire avec la touche blanche voisine; ces deux touches commandent un levier commun. Les deux touches M (trait) M′ (point) (fig. 241) sont montées sur l'axe X et ramenées à leur position de repos par le ressort N. Au-dessous des touches et commandé par elles, le levier LF pivote autour de l'axe O; il est sollicité de bas en haut par le ressort N′. Sa partie postérieure F s'engage dans une entaille pratiquée à la base du goujon *k;* il en résulte que le goujon *k* est soulevé et abaissé suivant que la partie antérieure du levier LF est elle-même abaissée ou reste relevée dans sa position de repos.

Il convient de remarquer, dès à présent, que les butées *m*, *m*′ limitent le mouvement de haut en bas des touches et du levier LF; pour la touche M qui rencontre la butée *m*, le mouvement d'abaissement est de peu d'étendue et, par conséquent, le goujon *k* est peu soulevé; pour la touche M′, le mouvement se prolonge jusqu'à ce que la pointe L du levier rencontre la butée *m*′; le mouvement du levier est plus considérable, le goujon a été soulevé davantage.

La dernière touche blanche de gauche possède un levier pour elle seule.

Les goujons *gk* dont la figure 242 montre le profil, sont représentés de face sur la figure 243.

C'est par leur renflement *h* que les goujons agissent sur les poinçons. En examinant, en effet, la figure 242, on voit que si ce renflement est amené à la hauteur des poinçons *p*, *p*′, il suffit qu'un organe mécanique projette le goujon en avant pour que les poinçons *p*, *p*′ soient eux-mêmes chassés en avant; de même, si le renflement *h* est amené à la hauteur des poinçons *p*′, *p*″, ces deux poinçons seront poussés en avant si le goujon reçoit une impulsion semblable.

Les poinçons *p*, *p*′ déterminent la perforation d'un point; les poinçons *p*′, *p*″ correspondent à la perforation d'un trait. En effet, l'abaissement de la touche M′ amène le renflement *h* à la hauteur des poinçons *p*, *p*′; l'abaissement de la touche M n'élève le renflement *h* que jusqu'à la hauteur des poinçons *p*′, *p*″.

La bande de papier à perforer passe entre les plaques *a*, *a*′, dans une rainure ménagée à cet effet; on voit aisément que

Digitized by Google

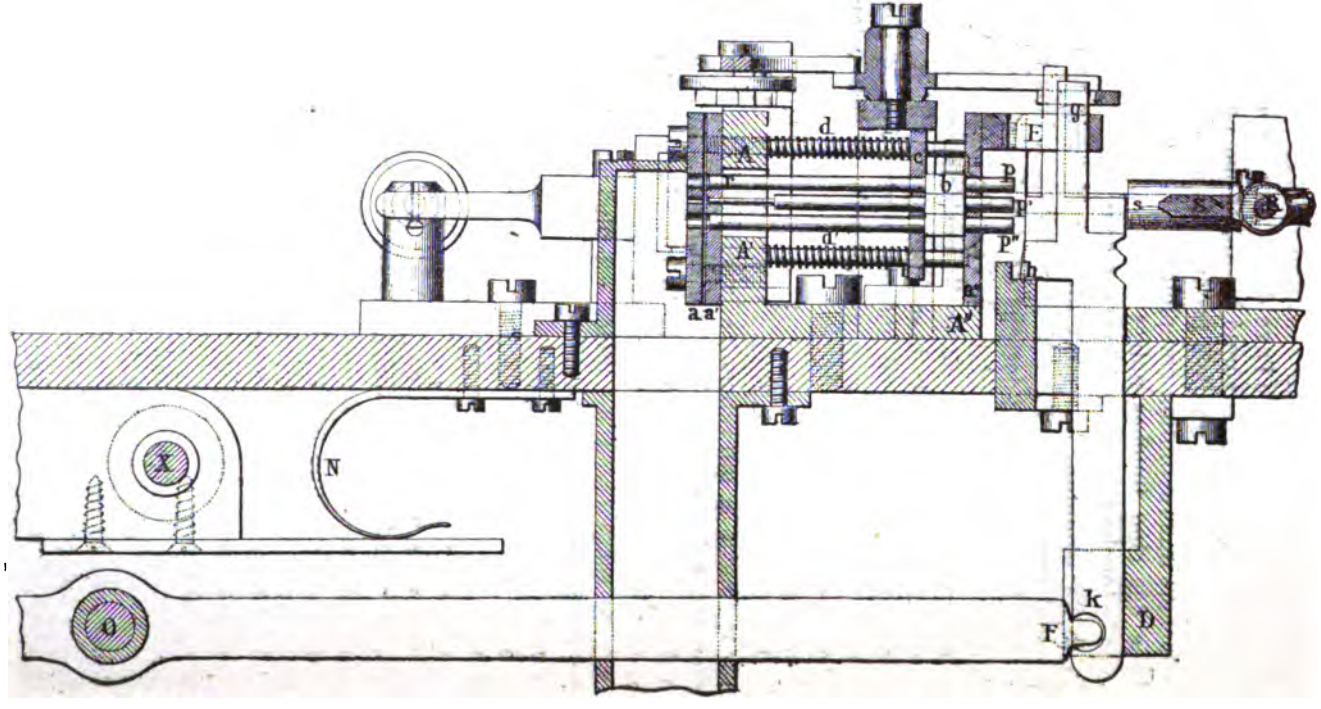


Fig. 242. — Perforateur Terria (goujons et poinçons).

Digitized by Google

le mouvement en avant des poinçons produit la perforation; le mouvement de recul des poinçons est ensuite obtenu par le jeu

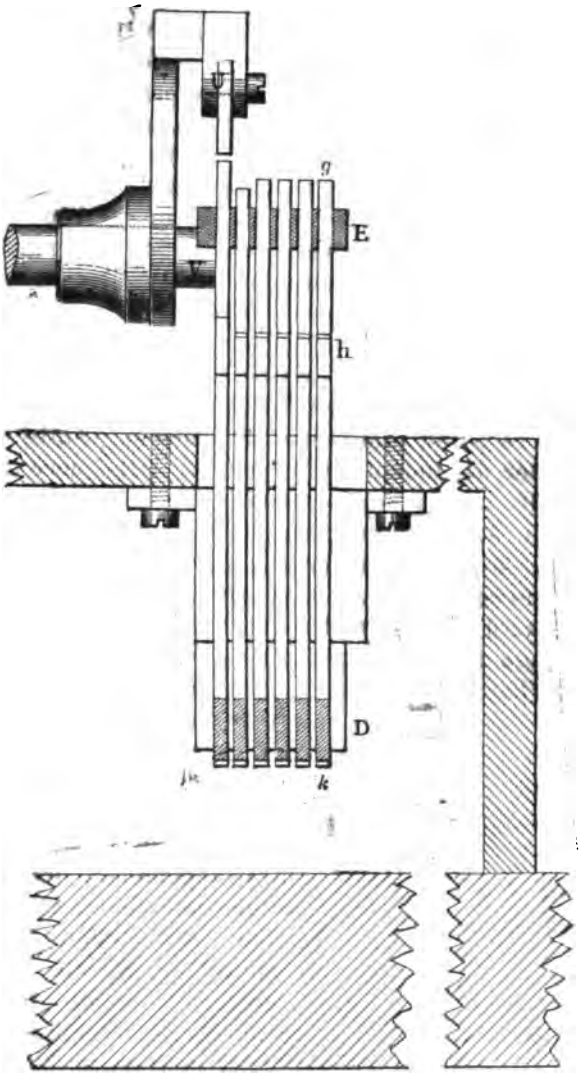


Fig. 243. — Perforateur Terrin (goujons et détente vus de face).

des ressorts *d*, *d'*, comme dans les perforateurs ordinaires.

Dans leurs mouvements verticaux, provoqués par le jeu des touches, les poinçons sont guidés par la glissière E; on voit

Digitized by Google

également sur la figure 243 que le 6e goujon est plus grand que les autres.

Dans les poinçons, il y a lieu de considérer trois parties : la tige *r*, le bloc *b*, la tête *p* (fig. 244). Les tiges traversent la pièce *c*, analogue à la pièce ovale du perforateur Wheatstone. Les têtes traversent également une pièce parallèle à la pièce *c*.

Les blocs, rectangulaires, sont semblables entre eux et simplement juxtaposés; seuls, les blocs des deux derniers poinçons de la rangée intermédiaire font exception à cette règle. Les blocs b_5 et b_6 (fig. 244) chevauchent, en effet, l'un sur l'autre, mais le bloc b_5 est percé et peut glisser sur la tige r_6 du poinçon p_6. Il résulte de cette disposition que le poinçon p_5 peut être manœuvré isolément, tandis que la marche en avant du poinçon p_6 entraîne fatalement celle du poinçon p_5.

L'axe de perforation qui, comme nous l'avons dit, remplace l'axe d'impression de l'appareil Hughes, est coudé en P (fig. 245) et porte, en ce point, une bielle QR articulée d'autre part en R avec un étrier dépendant de la pièce S. Cette pièce S que l'on voit en entier sur la figure d'ensemble (fig, 248) est montée à glissière sur deux tringles fixes; c'est elle qui, en s'avançant le long des tringles, vient frapper les goujons soulevés et les force, comme par un coup de marteau, à projeter en avant les poinçons situés en regard de leur renflement *h*.

L'embrayage de l'axe de perforation P avec l'axe du volant du mécanisme Hughes est produit par un choc analogue à celui de l'armature du Hughes sur la vis du levier de détente. Ce résultat est obtenu par la position relative du levier de détente et du sixième goujon, plus long que les autres. Lorsque ce goujon est soulevé, il rencontre l'appendice U (fig. 243 et 245) et fait basculer le levier de détente autour de son axe V; le cliquet tombe alors sur la denture de la roue à rochet, et l'axe P devient solidaire de l'axe du volant pendant une révolution complète. Comme dans le Hughes, le levier de détente est ramené à sa position de repos par la came en colimaçon.

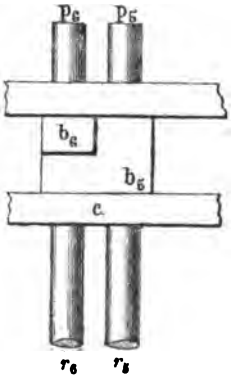


Fig. 244. — Perforateur Terrin (détail des poinçons).

L'axe de perforation P est garni en G (fig. 248) d'une glissière dans laquelle s'engage une goupille *e* appartenant à un levier II' mobile autour de la vis V'. Ce levier se termine par un long ressort I'

Digitized by Google

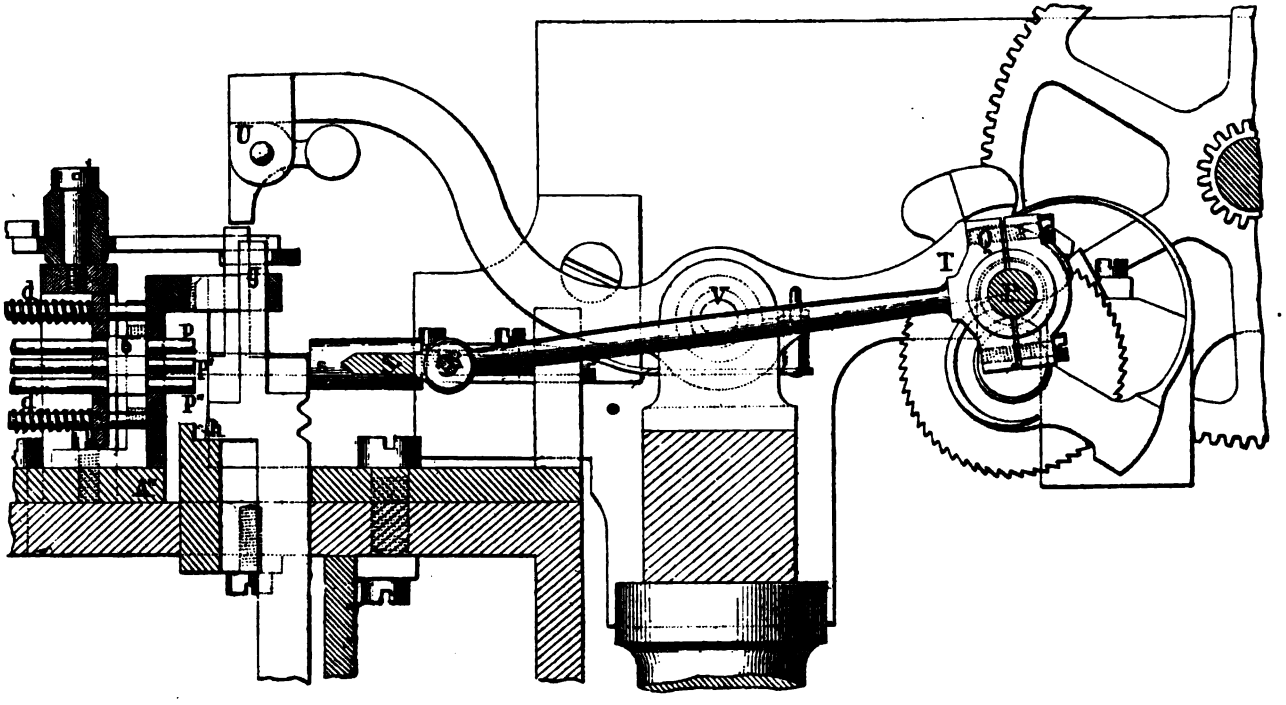


Fig. 245. — Perforateur Terrin (détente et propulsion des poinçons).

Digitized by Google

et est animé d'un mouvement de va-et-vient pendant la rotation de l'axe P. C'est le ressort I″ qui provoque l'avancement de la bande de papier perforée.

Sur le bâti qui supporte les poinçons, et en prise avec le pignon x, est monté un secteur denté jj' qui pivote autour de la vis t. A chaque révolution de l'axe P, le ressort I″ est projeté dans le sens de la flèche, frappe fortement la partie j du secteur jj' et chasse, de droite à gauche, le secteur tout entier qui tourne autour du point t; le pignon x est entraîné dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre.

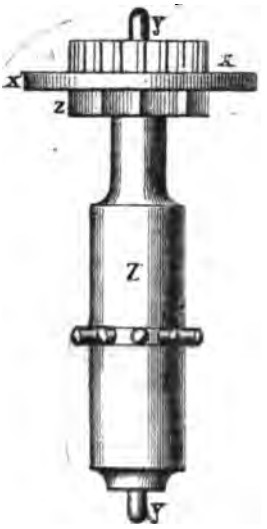


Fig. 246. — Perforateur Terrin (roue d'entraînement).

Aussitôt le coup de fouet donné, le ressort I″ rétrograde vers la droite, le secteur denté est ramené également vers la droite par le ressort à boudin u, le pignon x est entraîné dans le sens des aiguilles d'une montre; c'est ce dernier mouvement qui se produit après la perforation et qui détermine l'entraînement du papier; nous allons voir comment.

Le pignon x est solidaire d'un disque x' qui porte un cliquet z' (fig. 246 et 247); l'ensemble est monté à frottement doux sur l'axe y qui porte la roue à rochet z, en prise avec le cliquet z', et la roue d'entraînement du papier Z, formée par une série de goupilles convenablement espacées.

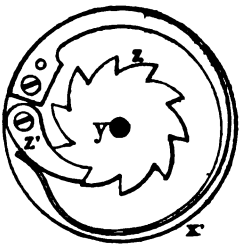


Fig. 247. — Perforateur Terrin (détail de l'encliquetage).

Lorsque, sous l'action du coup de fouet du ressort I″, le secteur denté jj' s'est déplacé de droite à gauche, le pignon x et le disque x' ont bien été entraînés, mais le cliquet sautant pardessus les dents de la roue à rochet z, l'axe y et la roue d'entraînement Z sont restés immobiles. Lorsqu'au contraire le ressort u a provoqué un mouvement inverse de tout le système, le cliquet, en mordant sur la denture de la roue à rochet z, a rendu solidaires le pignon x et l'axe y; cet axe a donc tourné avec le pignon x dans le sens des aiguilles d'une

Digitized by Google

Digitized by Google

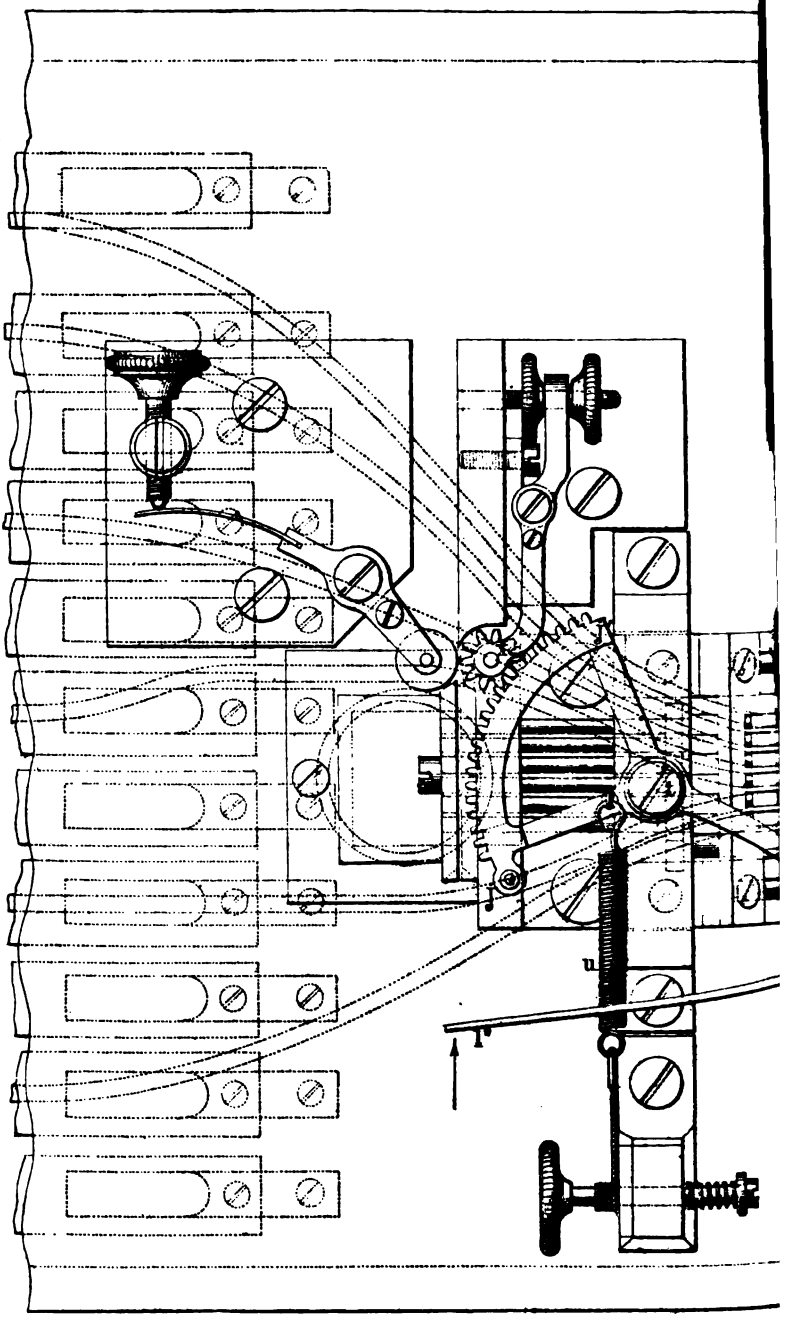
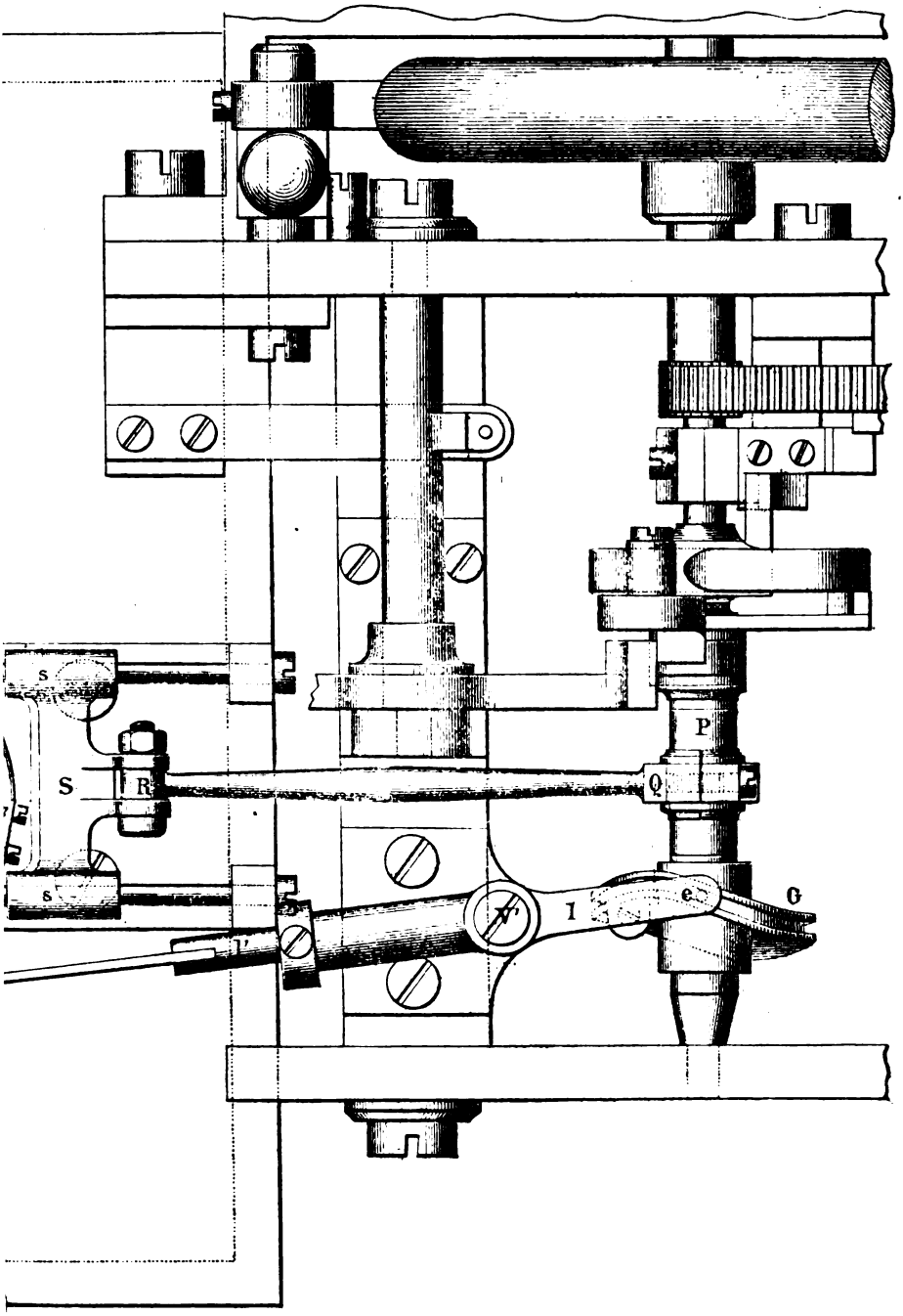


Fig. 243. — P

Digitized by Google



Terrin (vue d'ensemble).

Digitized by Google

Digitized by Google

montre, et la roue Z, dont les goupilles s'enfoncent successivement dans les perforations de la rangée intermédiaire, a fait avancer, de droite à gauche, la bande perforée.

Il ne s'agissait plus que de proportionner l'avancement de la bande à la longueur du signal perforé. M. Terrin y est arrivé de la manière suivante :

Le secteur denté *jj'* (fig. 248) est prolongé en arrière par un secteur uni *ff'* appartenant à la même circonférence. Sur ce secteur est articulé en *f* un cliquet pressé par un ressort contre la goupille *q*. Ce cliquet est disposé de façon à rencontrer les goujons qui n'ont pas été projetés en avant pour la perforation et règle, par cela même, la marche du secteur denté. Le cliquet rencontre, dans sa marche, le premier des goujons restés au repos et est arrêté par celui-ci; or, plus le signal perforé est long, plus le nombre des goujons projetés en avant est considérable, plus la course du secteur est longue; le mouvement de recul étant évidemment égal au mouvement de propulsion, la bande de papier avance d'une longueur égale à celle du signal perforé.

L'expérience a conduit M. Terrin à apporter à son perforateur certaines modifications de détail, réalisées dans les appareils actuellement en cours de constructiou.

La nécessité de couder l'axe de perforation, pour en former la manivelle de la bielle, rendait cet organe difficile à construire. Aujourd'hui, la bielle est supprimée; on l'a remplacée par un excentrique qui agit sur un marteau frappant sur les goujons soulevés pour leur faire chasser en avant les poinçons correspondants. Cette disposition nouvelle a permis de réduire notablement les dimensions du perforateur.

Au point de vue de la transmission, il est à remarquer que la sixième touche blanche sert seulement à la séparation des mots; la séparation des lettres est assurée par l'abaissement de la touche *point* ou *trait* qui forme le premier signal de la lettre; cette touche est, en effet, disposée de façon à commander le poinçon intermédiaire placé en vedette, de sorte que toute lettre perforée est précédée par un trou d'entraînement. Quant à la séparation des mots, on l'obtient en abaissant la sixième touche blanche qui, comme nous l'avons vu sur la figure 244, met en mouvement le poinçon p_6, qui commande lui-même le poinçon p_5; il en résulte la perforation de deux trous d'entraînement auxquels il convient d'ajouter le trou d'entraînement qui précède la lettre suivante, ce qui nous fait bien les trois trous nécessaires à la séparation des deux mots.

Les signes de ponctuation nécessitant plus de cinq signaux

Digitized by Google

élémentaires ont été ramenés conventionnellement à la limite de cinq signaux que ne peut pas dépasser l'instrument.

Application de la transmission automatique Wheatstone aux communications franco-danoises. *Ondulateur Lauritzen.* — Le nouveau transmetteur Wheatstone, employé en Angleterre et installé depuis quelque temps en France pour les communications avec le Danemarck, n'utilise plus les courants de compensation. On leur a substitué des courants de repos qui agissent dans l'intervalle des signaux. Les signaux sont produits par des courants d'un certain sens, toujours le même, suivis de courants de sens inverse, qui traversent la ligne dans l'intervalle des signaux.

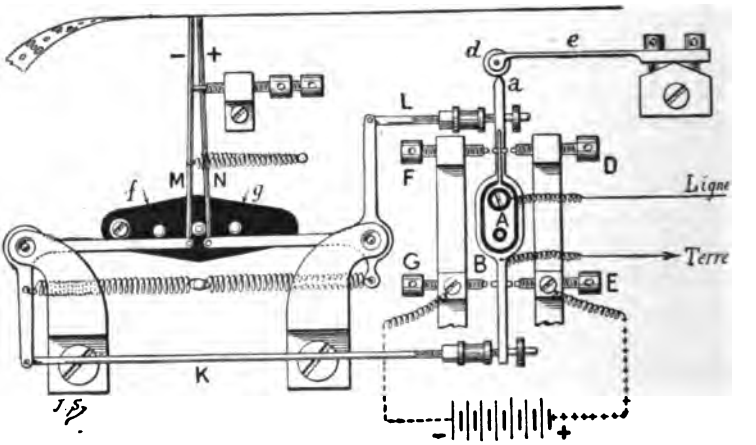


Fig. 249. — Transmetteur Wheatstone (nouveau modèle).

La modification qui produit ce résultat et qui simplifie l'appareil réside dans la disposition du levier inverseur.

Le levier inverseur AB (fig. 249) se compose de deux parties isolées l'une de l'autre; la première A communique avec la ligne, la seconde B est en relation avec la terre. Ce levier peut osciller entre quatre vis de butée réglables D, E, F, G.

Les butées de droite D, E communiquent avec le pôle positif de la pile, les butées de gauche F, G avec le pôle négatif.

La roulette *d*, montée sur le ressort *e*, appuie constamment sur la pointe *a* du levier inverseur et, indépendamment de l'action du balancier, tend à chasser cette pointe, soit à gauche, soit à droite, de telle sorte que le levier inverseur AB est forcé de prendre contact avec les butées D, G ou avec les butées F, E, sans pouvoir rester dans une position intermédiaire qui laisserait

Digitized by Google

la ligne isolée. Lorsque le levier inverseur est appuyé sur les butées D, G, la ligne est parcourue par un courant positif; c'est le contraire qui se produit lorsque le levier inverseur prend contact avec les butées F, E. Ces deux positions du levier inverseur AB sont déterminées par le jeu des aiguilles.

Lorsque le mouvement d'horlogerie est en marche, le balancier oscille. Tant que la bande de papier ne présente pas de perforation, chacune des goupilles *f*, *g* du balancier abaisse alternativement une des aiguilles M, N, mais l'autre aiguille, arrêtée par la bande non perforée, ne peut suivre le mouvement d'ascension de la goupille qui s'élève. Il s'ensuit que le levier inverseur AB reste orienté sur les butées F, E et qu'un courant négatif traverse la ligne.

Lorsque la perforation d'un point se présente au-dessus des aiguilles, l'aiguille N pénètre la première dans le trou supérieur, ce qui lui permet de suivre le mouvement d'ascension de la goupille *g*; le levier L, par son talon, pousse le levier inverseur et l'oriente sur les butées D, G; un courant positif est émis sur la ligne, et ce courant se prolonge jusqu'à ce que l'aiguille M, traversant le trou inférieur de la perforation, la tringle K pousse le levier AB sur les butées F, E, ce qui provoque une émission négative. Cette inversion correspond à une seule oscillation du balancier.

Lorsque la perforation d'un trait se présente , l'aiguille N pénètre dans le trou supérieur de la perforation et produit, comme précédemment, une émission positive sur la ligne, mais, l'aiguille M, rencontrant une portion de bande non perforée, ne peut plus suivre le mouvement ascensionnel de la goupille *f*, de sorte que l'orientation du levier AB n'est pas modifiée; il en est de même pour l'aiguille N à l'oscillation suivante du balancier, et c'est seulement lorsque l'aiguille M peut pénétrer dans le trou inférieur de la perforation que la position du levier AB est modifiée et qu'une émission négative est lancée sur la ligne. On voit ainsi que l'émission positive qui a produit un *trait* a eu une durée triple de celle qui correspondait à un *point*.

Sur le câble de Calais à Frédericia, on fait usage d'un récepteur particulier connu sous le nom d'ondulateur Lauritzen (fig. 250); c'est une adaptation du siphon au récepteur Wheatstone. Le mécanisme d'horlogerie est sensiblement le même, mais l'organe électro-magnétique a été reporté sur la droite du récepteur. Il se compose de deux petits aimants assemblés en forme de X et

Digitized by Google

pivotant entre les pôles de quatre électro-aimants montés deux à deux sur un châssis. Des ressorts à boudin maintiennent les aimants dans leur position d'équilibre et les y ramènent lorsqu'ils ont été déviés par les courants traversant les bobines des électro-aimants. Pour un courant d'un certain sens, la déviation a lieu à droite; elle se produit à gauche pour un courant de sens contraire. Sur l'axe des aimants est monté un siphon en argent alimenté par un réservoir rempli d'encre très fluide; la pointe de ce siphon est très rapprochée de la bande de papier, sur laquelle

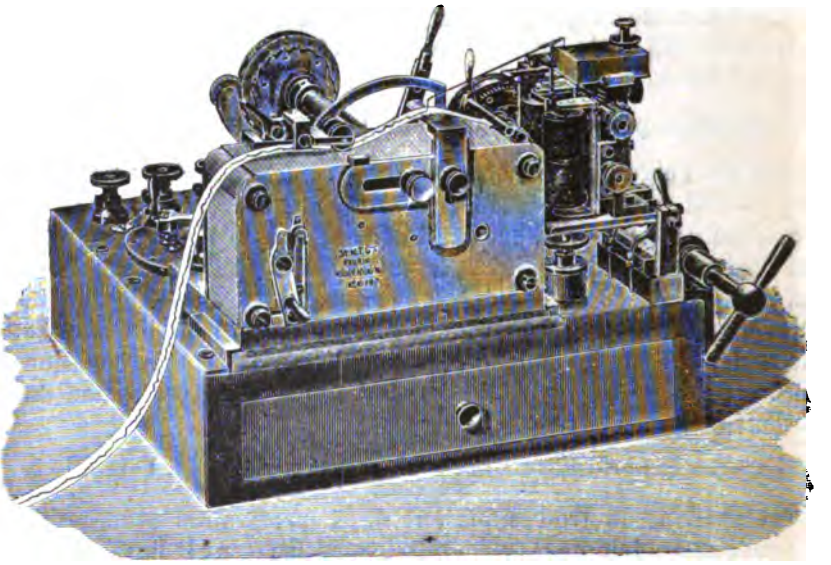


Fig. 250. — Ondulateur Lauritzen.

il enregistre les déviations des aimants, produites par le passage des courants, et représentées par une ligne ondulée semblable à celle que trace le siphon recorder.

Les courants qui traversent les bobines proviennent quelquefois directement de la ligne, mais le plus souvent ce sont des courants locaux distribués par un relais polarisé. Ce relais, que l'on nomme souvent *translateur rapide*, est une modification de l'organe électro-magnétique du récepteur Wheatstone, rendu très sensible par suite de la légèreté de ses armatures et du jeu très limité qui leur est donné.

Il se compose d'un aimant en fer à cheval, recourbé dans le sens de sa longueur, pour permettre de le loger dans un espace restreint. En regard des pôles de cet aimant, et aimantées par

Digitized by Google

induction, deux armatures sont montées sur un axe vertical qui porte également une pièce de contact en forme de T, dont la barre peut se déplacer entre deux vis de contact; la course de la pièce en T entre les deux vis est aussi limitée que possible; cette pièce est platinée, ainsi, d'ailleurs, que les pointes des deux vis.

Les armatures sont situées entre les pièces polaires de deux bobines à double enroulement. Les deux circuits de ces bobines peuvent être accouplés en série ou en quantité au moyen d'agrafes intercalées entre les bornes.

L'aimant, ainsi que les vis de butée, sont réglables; ces dernières sont, en effet, montées sur une pièce mobile que l'on déplace au moyen d'une vis à bouton moleté.

Les sept bornes disposées sur le socle correspondent à la ligne, à la terre, au massif, aux deux pôles de la pile; les deux dernières permettent l'accouplement des deux circuits des bobines dont la disposition relative dépend de l'interposition d'une agrafe métallique entre les deux bornes ou de sa suppression.

Les armatures, maintenues par un ressort dans une position neutre entre les pièces polaires des bobines. sont orientées à droite ou à gauche suivant le sens du courant, et, par suite, la pièce de contact en forme de T s'appuie sur la butée de droite ou sur celle de gauche, distribuant sur la section de ligne reliée au massif un courant positif ou un courant négatif. En raison de la légèreté de cette pièce et du peu d'écartement de ses vis de butée, elle obéit fidèlement à toutes les impulsions provoquées par les courants venant du transmetteur, quelle que soit la vitesse de déroulement de celui-ci.

Digitized by Google

CHAPITRE XI

LIGNES AÉRIENNES

CLASSIFICATION DES LIGNES. — CONDITIONS D'INSTALLATION. — LIGNES AÉRIENNES. — MATÉRIEL DE LIGNES. — CONDUCTEURS, mesure du diamètre des fils, fils de fer, galvanisation, essai de la galvanisation, essais mécaniques, essais électriques, conditions spéciales; fils de cuivre, essais mécaniques, essais électriques, conditions spéciales. MOYENS DE RACCORDEMENT. — SUPPORTS, ISOLATEURS, consoles, scellement. — MODE D'ARRÊT DES CONDUCTEURS SUR LES ISOLATEURS. — APPUIS. — POTEAUX EN BOIS, injection, conditions d'acceptation. — APPUIS MÉTALLIQUES. — CLASSIFICATION DES APPUIS, poteaux simples, poteaux couples, poteaux jumelés, poteaux jumelés couples, poteaux d'angle consolidés, accouplements en talus, poteaux entés, herses. — PLANTATION DES POTEAUX. — CONSTRUCTION DES LIGNES AÉRIENNES, conditions générales, étude, exécution des travaux. — ENTRÉES DE POSTES. — BOITES ET GUÉRITES DE COUPURES. — ENTRETIEN DES LIGNES AÉRIENNES.

Classification des lignes. — Au point de vue de la construction et du matériel à employer, on peut diviser les lignes télégraphiques en :

Lignes aériennes,

Lignes souterraines,

Lignes sous-marines.

Conditions d'installation. — Deux conditions sont indispensables pour qu'une ligne télégraphique puisse fonctionner :

La continuité du conducteur,

Son isolement.

La continuité du conducteur est obtenue en raccordant, bout à bout, par des ligatures ou mieux par de la soudure, les brins de fils livrés par l'industrie suivant des longueurs déterminées, de façon à en former un conducteur unique reliant les stations à desservir.

L'isolement est obtenu, pour les lignes aériennes, en suspendant le conducteur à des supports en matière isolante, convenablement répartis le long de la ligne et disposés de façon à éviter tout contact entre le conducteur et les objets extérieurs; pour les lignes souterraines et les lignes sous-marines, en enveloppant complètement le conducteur d'une matière isolante, sans solution de continuité ni fissure.

Digitized by Google

Les lignes aériennes peuvent être divisées en :

Lignes principales,

Lignes secondaires.

Elles sont construites sur chemin de fer ou sur route.

Les dispositions applicables aux lignes principales le sont également aux lignes secondaires, sauf quelques légères modifications.

Les lignes souterraines sont établies :

En galerie,

En tranchée.

Quant aux lignes sous-marines, les modèles de conducteurs employés diffèrent suivant qu'ils doivent servir aux atterrissements, qu'ils sont destinés aux moyennes profondeurs ou qu'ils sont immergés dans des eaux profondes.

LIGNES AÉRIENNES

Matériel de ligne. — Le matériel des lignes aériennes comprend :

Les conducteurs,

Les supports,

Les appuis.

Chacun de ces éléments comporte des accessoires dont nous donnerons la description au fur et à mesure que l'occasion s'en présentera.

Conducteurs. — Bien que l'administration française essaie actuellement des fils bi-métalliques composés d'un conducteur d'acier recouvert de cuivre et des fils de bronze à résistance mécanique élevée, les conducteurs employés couramment sont en fer ou en cuivre.

Sur les lignes principales construites en fils de fer, le diamètre des conducteurs utilisés, même pour les fils secondaires, est de 5 ou de 4 millimètres.

Sur les lignes principales construites en fils de cuivre, on peut se servir de conducteurs dont les diamètres sont compris entre 2 et 5 millimètres, en passant par tous les intermédiaires, de demi-millimètre en demi-millimètre.

Mesure du diamètre des fils. — Les fils n'étant pas toujours parfaitement ronds, il convient de mesurer deux diamètres perpendiculaires et de prendre la moyenne des résultats obtenus. La mesure se fait au moyen d'un *pied à coulisse*, garni d'un *vernier*, ou bien au moyen d'un instrument spécial nommé *palmer*. On obtient de la sorte des mesures à 1/10 et même à 1/100 de millimètre près.

Digitized by Google

Fils de fer. — Le fer a une résistance électrique six fois plus considérable que celle du cuivre, mais son prix environ cinq fois moindre et sa résistance mécanique plus considérable l'ont fait longtemps préférer au cuivre pour les constructions télégraphiques. On en était quitte pour employer des fils d'un plus fort diamètre, afin d'obtenir une conductibilité suffisante.

Aujourd'hui, l'industrie fournit du cuivre dont la ténacité est supérieure à celle du fer.

Le diamètre des fils destinés à devenir des conducteurs télégraphiques a cependant des limites. Trop gros, les fils surchargent les appuis et sont difficilement maniables; trop fins, leur résistance électrique devient considérable et leur résistance mécanique insuffisante. En France, on n'emploie pour les conducteurs en fer que des fils de 5, 4 et 3 millimètres de diamètre. Pour les ligatures, pour fixer les conducteurs sur leurs supports, on fait usage de fil de fer recuit de 1 millimètre de diamètre, dit *fil à ligatures*. Exceptionnellement, dans certaines régions élevées, dans les pays de montagnes, sujets aux tourmentes de neige, on construit les lignes en fil de fer de 6 millimètres de diamètre. Ces lignes doivent, en effet, être excessivement solides, car les conducteurs ont à supporter, pendant l'hiver, un poids de glace considérable. On a vu des conducteurs recouverts de givre atteindre le diamètre d'une pièce de 2 francs.

Galvanisation. — Le fer exposé à l'air humide est assez promptement détruit par la rouille. Une fois attaqué, le fil de fer est en quelque sorte rongé et diminue de diamètre; à mesure que son diamètre diminue, sa résistance mécanique décroît et sa résistance électrique augmente; il y a donc un double effet nuisible à combattre.

On est arrivé à protéger le fer contre la rouille en le recouvrant d'une couche de zinc.

Le zinc s'oxyde promptement à l'air, mais cette oxydation n'est que superficielle; elle ne se propage pas comme la rouille, n'atteint que très lentement les parties profondes du métal et forme en quelque sorte une gaine protectrice pour le fil de fer qu'elle enveloppe.

Le procédé par lequel on recouvre le fer d'une couche de zinc a été imaginé par M. Sorel; il a reçu le nom de *galvanisation*.

On galvanise ordinairement 10 ou 12 fils à la fois; ces fils, enroulés sur des tambours distincts, et préalablement décapés dans une solution étendue d'acide chlorhydrique, traversent un bain de zinc fondu, avec une vitesse de 30 centimètres par seconde; le déroulement du fil est calculé en conséquence.

Digitized by Google

Le zinc est fondu dans une bassine profonde placée sur un fourneau. Les impuretés se déposent au fond, tandis que les fils à galvaniser sont maintenus dans les couches supérieures. Afin d'empêcher la production d'oxyde de zinc, la surface du bain est saupoudrée de sel ammoniac ou de poussière de charbon.

L'adhérence de la couche de zinc sur le fil de fer est d'autant plus grande que le zinc est plus pur. A la sortie du bain, les fils sont passés à la filière ou dans du sable fin pour les nettoyer et les polir; cette dernière opération a également pour résultat de rendre la couche de zinc plus solide et moins sujette à s'écailler.

Essai de la galvanisation. — Les fils de 5, 4 ou 3 millimètres doivent pouvoir s'enrouler sur un cylindre de 1 centimètre de diamètre et ceux de 1 millimètre sur un cylindre de 3 millimètres de diamètre, sans que la couche de zinc se fendille ou s'écaille.

Après cette épreuve, on fait subir au fil 4 immersions successives, de 1 minute chacune, dans un bain de sulfate de cuivre dissous dans cinq fois son poids d'eau. Après chaque immersion les fils sont essuyés, et après la dernière, on ne doit apercevoir aucune tache rouge, même partielle, révélant que la surface du fer est mise à nu et qu'il s'y est déposé du cuivre.

Essais mécaniques. — Les fils de fer sont soumis à deux épreuves mécaniques : la traction, le pliage.

Les épreuves de traction sont faites avec un dynamomètre spécial.

Les fils examinés doivent résister sans se rompre à des tractions de :

Fil de	5	millim.,	660	kilog.	soit par millim. carré,	33	kilog.
—	4	—	440	—	—	35	—
—	3	—	250	—	—	35,5	—
—	1	—	30	—	—	38	—

Au moment de la rupture, l'allongement ne doit pas être de 6 0/0.

Le fil étant pincé dans un étau doit supporter, sans se rompre, un nombre déterminé de pliages à angle droit, dans un sens et dans l'autre, savoir :

3	pour le fil de	5	millim.
4	—	4	—
5	—	3	—
8	—	1	—

Essais électriques. — La résistance électrique est ramenée à celle d'un fil de fer de 1 millimètre de diamètre, prise à 0° cen-

Digitized by Google

tigrade; à cette température la résistance ne doit pas être supérieure à 155 ohms par kilomètre, soit 6,2 ohms pour le fil de 5 millimètres, 9,68 pour le fil de 4 et 17,2 pour le fil de 3.

On admet que le coefficient de variation de cette résistance, pour une augmentation de 1° de température, est de 0,00434.

Connaissant la résistance R_o à 0°, la formule bien connue $R_t = R_o (1 + 0{,}00434t)$ donne la résistance à t degrés.

Conditions spéciales. — Le poids des fils de fer doit être de :

Fil de 5 millim. : 0,150 à 0,160 kilog. par mètre; 150 à 160 kilog. par kilom.

Fil de 4 millim. : 0,096 à 0,104 kilog. par mètre; 96 à 104 kilog. par kilom.

Fil de 3 millim. : 0,053 à 0,058 kilog. par mètre; 53 à 58 kilog. par kilom.

Fil de 1 millim. : 0,0055 à 0,0065 kilog. par mètre; 5,5 à 6,5 kilog. par kilom.

Les fils sont livrés par couronnes ayant 0,60 mètre de diamètre intérieur pour les fils de 5, 4 et 3 millimètres de diamètre, et de 0,30 mètre pour le fil de 1 millimètre.

Chacune de ces couronnes contient, en chiffres ronds :

200	mètres de fil de	5	millim., pesant	30	kilog.
250	—	4	—	25	—
300	—	3	—	15	—
800	—	1	—	5	—

Fils de cuivre, essais mécaniques. — La résistance à la rupture doit être, en moyenne, de :

750	kilos pour le fil de	5	millim.
630	—	4,5	—
510	—	4	—
400	—	3,5	—
300	—	3	—
215	—	2,5	—
140	—	2	—

L'allongement au moment de la rupture ne doit pas être de 1 0/0.

Le fil doit pouvoir être plié dans un étau, alternativement dans un sens ou dans l'autre, un certain nombre de fois, savoir :

Fil de	5	millim., 3 pliages,	rayon des mâchoires,	10	millim.
—	4,5	— 4	—	10	—
—	4	— 4	—	10	—
—	3,5	— 5	—	10	—

Digitized by Google

Fil de 3	millim.,	6 pliages,	rayon des mâchoires,	6	millim.
— 2,5	—	7	—	6	—
— 2	—	8	—	6	—

Cette expérience se fait à l'aide de mâchoires à angles arrondis, de 6 ou de 10 millimètres de rayon. La première flexion, correspondant à un angle de 90°, s'obtient en plaçant le fil dans le prolongement du plan de serrage et en le courbant sur la face d'une des mâchoires. Les autres flexions, correspondant à des angles de 180°, sont comptées successivement à partir de la position occupée par le fil après la première flexion. Dans chaque flexion, le fil doit toucher, dans toutes ses parties, et notamment dans le voisinage du plan du serrage, la face de la mâchoire vers laquelle il est incliné.

Essais électriques. — La résistance électrique, ramenée à la température de 0° centigrade, et calculée pour un fil de 1 millimètre de diamètre, ne doit pas être supérieure à 21,16 ohms par kilomètre. Le coefficient de correction pour l'augmentation de résistance par degré centigrade est évaluée à 0,0039.

Conditions spéciales. — Les fils de 2 et 2,5 millimètres sont livrés en couronnes ayant 0,40 mètre de diamètre intérieur. Les couronnes de fil de 3 millimètres ont un diamètre intérieur de 0,50 mètre.

Le poids des fils doit être de :

Fil de 5	millim.,	0,1775 kilog.	par mètre,	177,5 kilog.	par kilom.
— 4,5	—	0,144	—	144	—
— 4	—	0,114	—	114	—
— 3,5	—	0,0865	—	86,5	—
— 3	—	0,0635	—	63,5	—
— 2,5	—	0,0445	—	44,5	—
— 2	—	0,0285	—	28,5	—

Moyens de raccordement. — On raccorde les extrémités des couronnes de fil, déroulées pour constituer une ligne télégraphique, au moyen de manchons du même métal que le conducteur employé : en fer galvanisé pour les fils de fer, en cuivre pour les fils de cuivre.

Fig. 251. — Ligature.

Digitized by Google

Anciennement, on faisait usage de ligatures ou de torsades telles que celles représentées par les figures 251 et 252.

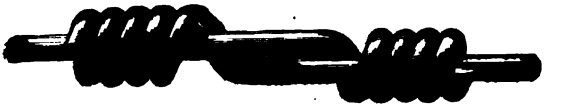


Fig. 252. — Torsade.

On rendait parfois le contact plus intime en recouvrant de soudure la surface de la ligature. Ces procédés peuvent encore être employés, *à titre exceptionnel et essentiellement provisoire*, lorsqu'on n'a pas à sa disposition d'autres moyens d'action, mais, aujourd'hui, tous les raccords de conducteurs à faire pendant la construction des lignes sont exécutés avec des manchons soudés.

Le manchon, imaginé par M. Baron, ancien administrateur des postes et des télégraphes, est un tube à section elliptique, de dimensions appropriées au diamètre des fils à relier. Sur une de ses faces (fig. 253), il porte une large ouverture *t t* et à chacune de ses extrémités une échancrure *c*, *d*.

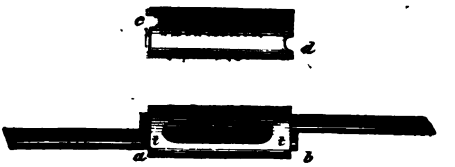


Fig. 253. — Manchon.

Les conducteurs à relier sont introduits dans le manchon et recourbés à angle droit dans les échancrures des extrémités *c*, *d*. Par l'ouverture médiane *t t*, on coule de la soudure à l'intérieur du manchon, de façon à remplir tous les interstices et à assurer une liaison intime entre les deux conducteurs et la surface elliptique enveloppante.

L'outillage du soudeur comporte : des fers à souder, un fourneau portatif, une cuiller à soudure, un flacon *d'esprit de sel* (chlorure acide de zinc), de la soudure, un morceau de sel ammoniac, des chiffons, de l'eau, une lime tiers-point.

Les deux fils, introduits parallèlement dans le manchon et recourbés à angle droit dans les échancrures *c*, *d*, sont décapés à l'acide chlorhydrique étendu, s'il s'agit de fils de fer, au chlorure de zinc pour les fils de cuivre ; la soudure fondue est coulée dans le manchon, la main du soudeur étant protégée par un tampon de chiffons. La soudure se solidifie rapidement au contact des surfaces métalliques froides, et pourrait ne pas avoir glissé dans tous les joints ; il faut la réchauffer avec le fer, préa-

Digitized by Google

lablement passé sur un morceau de sel ammoniac. Quand on est certain qu'elle a bien pénétré entre les conducteurs, à l'intérieur du manchon, on la laisse refroidir et on lave à l'éponge, pour enlever l'excès de chlorure de zinc. On enlève ensuite au tiers-point les extrémités des fils recourbés qui dépassent. On peut également souder directement avec le fer à souder, sans chauffer à l'excès, surtout pour le cuivre.

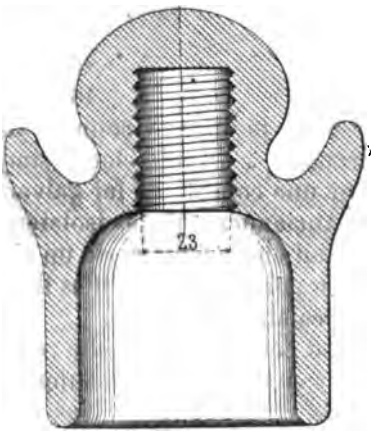


Fig. 254. — Isolateur à simple cloche.

La soudure employée pour les fils de cuivre est plus fusible que celle dont on se sert pour les fils de fer; elle contient 2/3 d'étain et 1/3 de plomb, au lieu de 1/3 d'étain et 2/3 de plomb.

Pour les fils de cuivre de 3 millimètres et au-dessous, les bouts ne sont pas coupés; ils sont enroulés sur le fil de ligne, de chaque côté du manchon, de manière à former des torsades de trois ou quatre spires, qui ne doivent pas être recouvertes de soudure. Pour les fils d'un diamètre supérieur à 3 millimètres, on recourbe et on ébarbe les fils en dehors du manchon, comme pour le fil de fer.

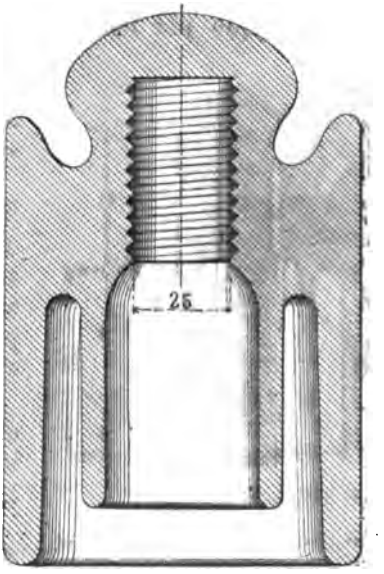


Fig. 255. — Isolateur à double cloche.

Supports, isolateurs. — Les supports sur lesquels reposent, d'espace en espace, les fils conducteurs des lignes aériennes ont pour objet d'empêcher, dans la mesure du possible, les pertes d'électricité que le conducteur pourrait subir le long de son parcours par son contact avec des corps bons conducteurs de l'électricité. Les supports sont, par conséquent, fabriqués avec des matières isolantes; on les nomme *isolateurs*.

Digitized by Google

Les isolateurs employés sur les lignes du réseau sont tous en porcelaine. La composition de la pâte est de :

60 0/0 de kaolin pur,
25 0/0 de silice,
15 0/0 d'argile.

Tout le monde connaît aujourd'hui la forme des isolateurs français, c'est une cloche simple ou double, renversée et montée sur une console en fer galvanisee.

Anciennement, les isolateurs avaient une forme plus évasée; c'était en quelque sorte un champignon en porcelaine. Un autre type portait deux oreilles livrant passage aux vis qui fixaient la porcelaine au poteau.

Au centre de la cloche renversée était scellé un crochet en fer galvanisé ou émaillé, supportant le fil conducteur.

Ces différents modèles ont été abandonnés, comme insuffisants, pour faire place aux isolateurs à simple et à double cloche, ces derniers de beaucoup supérieurs aux premiers.

On désigne ces deux types sous la dénomination générique d'*isolateurs-arrêts*.

Les isolateurs à simple et à double cloche (fig. 254 et 255) ne diffèrent que par leur conformation intérieure. L'isolateur à double cloche isole deux fois mieux que l'isolateur à simple cloche; la figure 256 fait connaître ses dimensions.

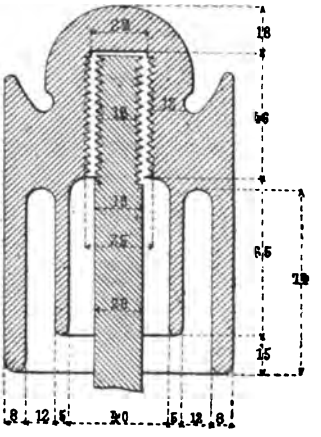


Fig. 256. — Dimensions des isolateurs à double cloche.

Dans les isolateurs-arrêts, on distingue la *poupée* ou le *champignon* qui forme la partie centrale du sommet et les *oreilles* qui sont les appendices latéraux. La partie comprise entre l'oreille et la poupée s'appelle la *gorge*.

Le fond de la cloche intérieure est creusée en forme de cylindre taraudé; c'est dans cette excavation que l'on scelle la console.

Aux termes des cahiers des charges de l'administration française, les isolateurs doivent être entièrement émaillés, à l'exception du bord sur lequel ils reposent pendant la cuisson et qui doit être poli avec soin.

« Les pâtes employées devront être aussi compactes que possible et à base de kaolin pur. Afin que la qualité puisse

Digitized by Google

en être vérifiée, les adjudicataires seront tenus de mettre à la disposition de l'administration les pièces non émaillées qui leur seraient demandées, jusqu'à concurrence de une pour mille des quantités adjugées. Si la pâte employée n'est pas reconnue bonne, elle devra être modifiée jusqu'à ce qu'elle remplisse les conditions voulues.

« L'épreuve électrique pour la réception des fournitures consiste à placer chaque isolateur renversé dans l'eau (fig. 257) sur le fond d'une cuve en fer ou en fonte reliée métalliquement avec l'un des pôles d'une pile, à verser dans la ou les cavités de l'isolateur de l'eau dans laquelle plongera un fil métallique relié par un galvanomètre très sensible à l'autre pôle de la pile. Dans ces conditions, l'isolateur ne sera reçu que si, avec cent éléments de pile d'un des modèles employés dans les bureaux télégraphiques, l'aiguille du galvanomètre n'éprouve aucune déviation. Dans le cas où l'aiguille se déplacerait sous l'influence du courant, l'isolateur serait refusé et ne pourrait être représenté. »

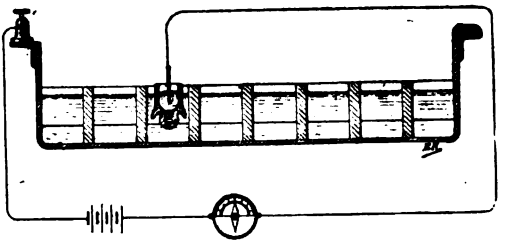


Fig. 257. — Essai électrique des isolateurs.

Si, dans les mêmes conditions, on mesurait l'isolement, on devrait obtenir au moins :

50 000 mégohms pour les isolateurs à double et à simple cloche. Les isolateurs pour les fils de cuivre de petit diamètre sont moins volumineux que les autres, tout en conservant la même forme ; ils doivent avoir une résistance d'isolement de 50 000 mégohms pour ceux qui sont à double cloche et de 40 000 mégohms pour ceux à simple cloche.

Enfin, pour les entrées de poste, on fait usage de petits isolateurs sans oreilles, dont la résistance d'isolement doit atteindre 20 000 mégohms.

Les isolateurs à double cloche sont employés sur les lignes principales, qu'elles soient en fil de fer ou en fil de cuivre. Ils sont également affectés aux fils secondaires, qui empruntent aux lignes principales une partie de leur parcours.

Les isolateurs à simple cloche sont utilisés pour les lignes secondaires sur route et pour les fils des compagnies de chemins de fer.

Digitized by Google

Dans quelques cas particuliers, en Algérie et en Tunisie notamment, on fait usage *d'isolateurs blindés*, dont le revêtement a pour objet de préserver la porcelaine, que les enfants ou les gens malveillants brisent souvent à coups de pierres.

Dans cette sorte d'isolateurs (fig. 258 et 259), la cloche en porcelaine est scellée à l'intérieur d'une cloche en fonte galvanisée qui la protège entièrement et qui porte la poupée et les oreilles.

Fig. 258. — Isolateur blindé.

Fig. 259. — Coupe d'un isolateur blindé.

C'est aussi dans un but de protection que l'on essaie, en France, les isolateurs colorés, qui attirent moins l'attention des passants que les isolateurs en porcelaine blanche. En Belgique, l'expérience a démontré que le nombre des isolateurs colorés brisés par malveillance était notablement inférieur à celui des isolateurs blancs.

Les poids des isolateurs sont de :

Double cloche, grand modèle : 0,950 kg.
Simple cloche, — : 0,490 kg.
Double cloche pour fil de petit diamètre : 0,440 kg.
Simple cloche — : 0,275 kg.
Isolateur blindé — : 0,770 kg.
Isolateur pour entrée de poste : 0,275 kg.

Consoles. — Les isolateurs sont montés sur des consoles en fer galvanisé.

Les consoles sont : droites,
en S,
courtes,
longues,
doubles,
à scellement (elles s'appellent alors *tiges à scellement* et ont 50 ou 80 cm de longueur).

Digitized by Google

Dans chacun de ces modèles, l'extrémité de la tige qui pénètre à l'intérieur de l'isolateur est filetée; la forme de l'autre extrémité varie suivant le modèle.

Dans la console droite (fig. 260), destinée à être placée sur une traverse en bois ou en fer, l'extrémité inférieure est filetée et garnie d'un écrou que l'on enlève pour poser la console et qui, remis en place après la pose, assujettit la console sur la traverse.

Fig. 260. — Console droite.

Les consoles en S, courtes ou longues (fig. 261 et 262), ainsi que les consoles doubles, ont leur extrémité inférieure aplatie et percée de deux trous. Ces parties planes s'appliquent sur le poteau et y sont fixées par deux vis à tête carrée.

Les tiges à scellement (fig. 263) se terminent par une griffe et sont destinées à être scellées dans les murailles.

Les consoles doivent être établies avec du fer nerveux, d'une qualité telle qu'elles puissent satisfaire aux conditions suivantes :

« Après avoir été fixées par des vis contre une pièce de bois, les consoles pour isolateurs à double cloche devront supporter sans fléchir une tension de 375 kg; les consoles pour isolateurs à simple cloche et les consoles longues, une tension de 250 kg, dirigée en sens contraire des vis et appliquée à l'extrémité de la partie taraudée.

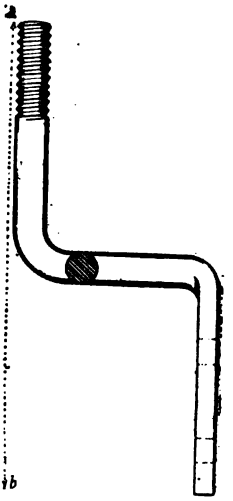


Fig. 261. — Console en S, courte.

« Les consoles en S pour fil de petit diamètre devront supporter, sans fléchir, une tension de 100 kg.

« Après avoir été scellées, les tiges devront supporter, sans fléchir, une tension de 300 kg, dirigées en sens contraire des pattes de scellement, et appliquées à l'extrémité de la partie taraudée.

« Les consoles et les tiges devront pouvoir être pliées à froid, sans se rompre, de telle sorte que la partie supérieure des consoles forme un angle de soixante degrés avec la partie appliquée contre la pièce de bois, et que la partie verticale des

Digitized by Google

tiges puisse être amenée dans le prolongement de la partie horizontale.

« Pour les vis, on devra pouvoir replier à angle droit au marteau, la partie taraudée sur la partie cylindrique, sans rupture des fibres.

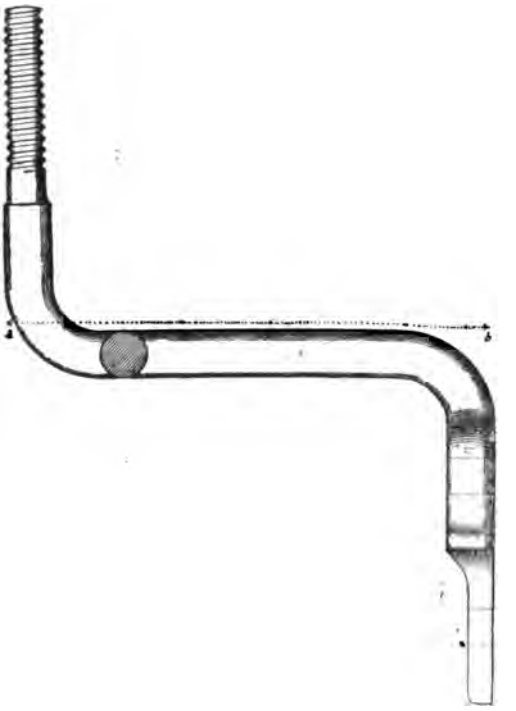


Fig. 262. — Console en S, longue.

« Le zinc employé à la galvanisation devra être pur. La couche en sera assez épaisse pour que l'objet galvanisé supporte, sans que le fer soit mis à nu, quatre immersions successives, d'une minute chacune, dans une dissolution de sulfate de cuivre faite dans cinq fois son poids d'eau. Cette couche devra être assez adhérente pour ne pas s'écailler sous le choc et pour que le fer ne soit pas mis à nu par le pliage.

« Les pièces tachées de rouille et mal galvanisées doivent être rejetées. »

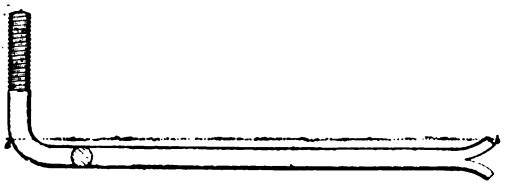


Fig. 263. — Tige à scellement.

Scellement. — Les isolateurs sont assujettis sur les consoles au moyen d'un scellement au plâtre ou à la toile. Lorsqu'on applique la première méthode, le plâtre est gâché avec de l'eau additionnée de colle forte liquide (environ un verre à liqueur de colle par litre d'eau). Dans la seconde méthode, on entoure le pas de vis de la console avec une bande de grosse toile, enduite de goudron sur ses

Digitized by Google

deux faces, et, par-dessus, on visse à force l'isolateur. Le goudron a pour objet d'empêcher la toile de se putréfier.

Le poids des isolateurs scellés est de :

Simple cloche sur console courte en S : 1,140 kg.
— longue en S : 2,290 kg.
Double cloche sur console courte en S : 2 kg.
— longue en S : 2,750 kg.

Le poids des tiges à scellement est de 1,345 kg pour celles de 50 cm, et 2,330 kg pour celles de 80 cm.

Mode d'arrêt des conducteurs sur les isolateurs. — Les conducteurs sont assujettis sur les isolateurs par de petits câbles, formés par plusieurs brins de fil à ligatures tordus ensemble.

En principe, les fils sont arrêtés à fond sur les isolateurs à tous les 500 m. Sur les isolateurs intermédiaires, le fil est seulement maintenu par un collier qui l'empêche de sortir de la gorge, mais permet, dans une certaine mesure, un glissement longitudinal.

Les conducteurs doivent également être arrêtés à fond aux traversées des voies et des gares, aux points de croisement des fils formant circuit téléphonique, ainsi que sur les poteaux qui encadrent les passages à niveau et les ponts.

L'arrêtage se fait avec des câbles formés de brins de fil à ligatures de 1 millimètre de diamètre, de même métal que le conducteur à arrêter, savoir :

2 brins pour les fils de 2 et 2,5.
3 — — 3, 3,5 et 4.
4 — — 4,5 et 5.

Le câble, contournant la poupée de l'isolateur, est tordu avec force sur le fil de ligne, de part et d'autre de celui-ci.

Les colliers sont en fil de 3 millimètres pour les conducteurs en fer, et en fil de 2 millimètres pour les conducteurs en cuivre.

Appuis. — Les isolateurs ou supports sont fixés à des appuis destinés à maintenir les conducteurs à une certaine hauteur au-dessus du sol.

Les appuis sont des poteaux en bois ou en métal, les appuis métalliques formant l'exception.

Poteaux en bois. — Les poteaux en bois employés en France sont classés en plusieurs catégories, suivant leur longueur; ce sont des brins de pin ou de sapin, soigneusement triés, aussi droits que possible et exempts de tares.

En principe, les bois employés ne doivent pas avoir été

Digitized by Google

gemmés ou, en d'autres termes, ne doivent pas avoir servi, étant sur pied, à recueillir de la résine. Pour se procurer ce produit, on pratique sur l'arbre des entailles carrées au-dessous desquelles on place des godets dans lesquels s'amasse la résine coulant par la plaie. Ces entailles se nomment *quarres de gemmage*.

Les arbres choisis et répondant aux conditions de longueur et de diamètre, imposées par les cahiers des charges, sont soumis à un traitement antiseptique destiné à prolonger la durée de leur service, en les protégeant contre les altérations de toutes sortes auxquelles ils sont exposés. Plantés dans le sol à une certaine profondeur, exposés à la pluie et à toutes les intempéries, dans le sens de leurs fibres, ils tomberaient bientôt en décomposition si on ne les protégeait. Après avoir essayé de les carboniser superficiellement, après avoir expérimenté le goudron, la créosote, le sulfate de zinc, comme antiseptiques, on s'est arrêté aux procédés d'injection par le sulfate de cuivre, dont le docteur Boucherie a établi les bases de 1838 à 1841.

Injection. — Ce procédé consiste à agir sur des bois en pleine sève, à chasser celle-ci et à la remplacer par un liquide inaltérable. Ce liquide est une dissolution de sulfate de cuivre titrée à 1 0/0, soit 1 kilogramme de sulfate de cuivre pour 100 kilogrammes d'eau.

Voici comment on procède :

Les arbres abattus, ébranchés, mais encore revêtus de leur écorce, sont rassemblés dans un chantier situé soit dans la forêt, soit à proximité, de façon que l'opération de l'injection suive de très près celle de l'abatage.

Le sulfate de cuivre utilisé doit être très pur et notamment ne pas contenir plus de 0,5 0/0 de sulfate de fer.

La qualité de l'eau dans laquelle on le fait dissoudre est non moins importante. Ce doit être une eau courante, aussi pure que possible, ne contenant pas de matières organiques en décomposition. Les eaux ferrugineuses, et généralement celles qui sont chargées de sel, ne conviennent pas. La dissolution faite, comme nous l'avons dit, au titre de 1/100 marque 1° à l'aréomètre Baumé.

La dissolution est préparée dans des tonneaux T, T′ (fig. 264) enfoncés en terre jusqu'au ras du sol et ouverts à leur partie supérieure. Sur un échafaudage, constitué par des madriers convenablement assemblés, sont disposées des cuves C, C′, C″. A côté de ces cuves sont placées des pompes P, P′, dont les tubes d'aspiration p, p' plongent dans les tonneaux T, T′, sans toute-

Digitized by Google

fois descendre jusqu'au fond, de façon à ne pas entraîner les impuretés qui s'y déposent.

Les cuves, dont chacune est garnie d'un robinet, sont réunies par un tube horizontal sur lequel se branche le tuyau vertical *b* qui descend jusqu'au niveau du sol; là, il se raccorde avec un tuyau de distribution *d* (fig. 265) posé dans une rigole et garni, d'espace en espace, d'ajutages destinés à distribuer aux poteaux le liquide antiseptique.

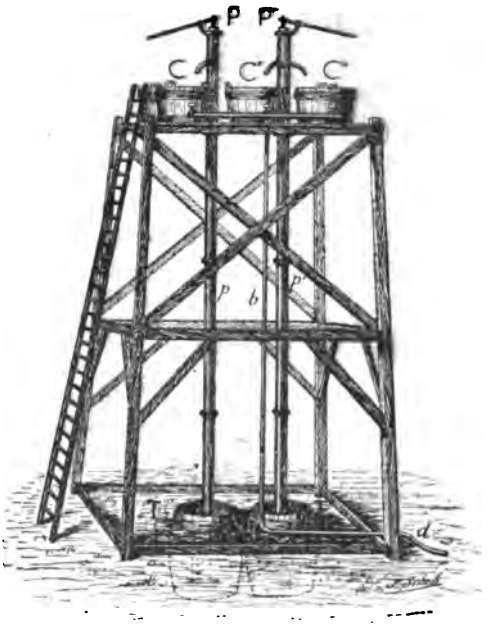


Fig. 264 — Chantier d'injection.

Perpendiculairement au tuyau de distribution *d*, les poteaux à injecter sont rangés parallèlement entre eux, le gros bout tourné du côté de la rigole qui contient le tuyau *d*. Le chantier sur lequel ils reposent est disposé de façon à leur donner une inclinaison égale à 1/15 de leur longueur; à cet effet, le gros bout est soutenu par un tasseau *t*; le petit repose sur le bord de la rigole d'évacuation R.

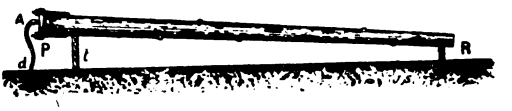


Fig. 265. — Position des poteaux.

Le chantier ainsi agencé, on rafraîchit les extrémités des arbres en enlevant, d'un trait de scie, une rondelle de bois de quelques millimètres d'épaisseur. La base de chaque poteau est ensuite coiffée d'un chapeau composé comme suit :

P (fig. 266) est un plateau en cœur de chêne, solidement assujetti par les crampons *f*, *f'*; une corde de chanvre *c* forme un anneau de l'épaisseur de l'écorce entre le plateau P et la base de l'arbre; le plateau P est ensuite fortement serré au moyen des écrous *b*, *b'*; mais, par suite de l'interposition de l'anneau de

Digitized by Google

corde *c*, il existe entre le plateau P et l'arbre une chambre étanche. Au centre du plateau P s'adapte l'ajutage A communiquant avec le tuyau de distribution.

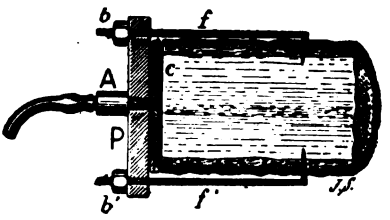


Fig. 266. — Chapeau.

Cet ajutage, que l'on désigne sous le nom de *robignole* (fig. 267), est en bois dur et enfoncé à force dans l'ouverture centrale du plateau P. La partie F est en cuivre et reçoit un tube en caoutchouc *c*, en relation avec le tuyau de distribution.

Dès que les robinets des cuves sont ouverts, la dissolution de sulfate de cuivre arrive à la base de tous les poteaux, sous une pression égale à la hauteur de l'échafaudage; elle pénètre dans les vaisseaux et en chasse la sève qui s'écoule par le sommet et se déverse dans la rigole d'évacuation.

Fig. 267. — Robignole.

Peu à peu, le liquide qui sort par le sommet du poteau prend la coloration bleue de la dissolution de sulfate de cuivre, et on reconnaît que l'injection est suffisante lorsque le liquide évacué marque 0°,66 à l'aréomètre Baumé. Elle dure habituellement trois jours pour un poteau de 8 mètres, après quoi on arrête l'opération en fermant les robinets des cuves ou en étranglant les tubes de caoutchouc.

On reconnaît qu'un poteau est bien injecté lorsque le bois, soumis à l'action d'une dissolution de ferro-cyanure de potassium, prend une coloration rouge-brun.

Conditions d'acceptation. — Dans ses marchés, l'administration française impose aux fournisseurs les conditions suivantes :

Les fournitures comprennent des poteaux de 6,50, 8, 10, 12 et 15 mètres.

Les poteaux seront en bois de pin ou de sapin; les pins Laricio et lord Weymouth sont cependant exclus. Dans tous ces poteaux, le diamètre du cœur au petit bout ne devra pas excéder les deux tiers du diamètre total de l'arbre.

Les brins livrés seront sains et aussi droits que possible.

Dans l'appréciation des conditions de rectitude générale, il ne sera pas admis plus de deux déviations, à savoir : une au pied de l'arbre, dans la partie qui doit être enfoncée dans le sol, l'autre dans la partie qui doit s'élever au-dessus du sol après la plantation.

Digitized by Google

La déviation au pied ne devra pas s'étendre sur une longueur supérieure à :

1,25	mètre pour les poteaux de	6,50	mètres,
1,40	—	8	—
1,75	—	10	—
2	—	12 et 15	—

Latéralement, cette déviation devra rester dans des limites telles que le pied de l'arbre de chaque catégorie, sur les longueurs susindiquées, puisse pénétrer dans des cylindres dont les parois seraient parallèles à la ligne droite qui joint les centres des sections du sommet et de l'encastrement de l'appui dans le sol, et dont les diamètres seraient de :

0,30	mètre pour les poteaux de	6,50 et de 8	mètres,
0,35	—	10	—
0,40	—	12 et 15	—

Dans la partie du poteau située au-dessus du sol, la déviation ne sera tolérée que si la ligne droite qui joint les centres des sections du sommet et de l'encastrement dans le sol ne sort pas de l'intérieur de l'arbre.

De plus, pour les brins de 8 mètres et de dimensions supérieures, aucune courbe ni aucune déviation ne seront admises sur une longueur de 0,85 mètre à partir du sommet.

Les arbres gemmés seront acceptés si la longueur restante des quarres ne dépasse pas 0,60 mètre.

Les poteaux seront injectés au sulfate de cuivre par les procédés dits de *pression*, du docteur Boucherie.

La hauteur de la cuve ou la pression du liquide variera avec la dimension des bois à préparer. Cette hauteur sera de 6 mètres à 6,50 m pour les poteaux de 6,50 m de longueur, de 8 mètres à 8,50 m pour ceux de 8 mètres, de 10 mètres à 10,50 m pour ceux de 10 et ceux de 12 mètres, et de 12 mètres à 12,50 m pour ceux de 15 mètres.

La hauteur sera mesurée à partir du niveau de la dissolution dans la cuve.

La dissolution employée contiendra 1 kilogramme de sulfate de cuivre pour 100 litres d'eau.

Ce sulfate devra être cristallisé et ne pas contenir plus de 1 0/0 de matières étrangères; sa teneur en cuivre ne devra pas être inférieure à 24,5 0/0.

L'eau de mer, les eaux chargées de sels ou de matières en décomposition, ainsi que tous les autres liquides impropres à l'injection, ne pourront être employés.

Digitized by Google

Il est rigoureusement interdit de remployer le liquide des rigoles qui peuvent être établies au petit bout.

Il est absolument interdit d'injecter les arbres par le petit bout.

Les arbres seront, aussitôt après abatage, transportés au chantier et mis en injection sans délai.

Les arbres seront dépouillés de leur écorcé, unis à la plane et taillés en pointe au sommet. L'enlèvement de l'écorce n'aura lieu que trente jours après l'injection.

Les poteaux fraîchement pelés ne devront pas être exposés au soleil.

Les poteaux devront avoir au moins les dimensions suivantes :

LONGUEUR	DIAMÈTRE	
	A 1 mètre de la base.	Au sommet.
15 mètres.	0,27 mètre.	0,11 mètre.
12 —	0,25 —	0,11 —
10 —	0,22 —	0,11 —
8 —	0,18 —	0,11 —
6,50 —	0,15 —	0,10 —

Tous ces diamètres seront mesurés après l'enlèvement de l'écorce ; ils pourront, sans inconvénient, être dépassés, de même que les longueurs.

Les adjudicataires seront responsables de la parfaite conservation des bois pendant cinq ans, à dater du 1er janvier de l'année qui suit celle où la livraison a été terminée.

Les poteaux reçus dans les chantiers reçoivent à chaud la marque LT, les deux derniers chiffres du millésime de l'année de livraison et la marque spéciale des fournisseurs.

Pour assurer la conservation des poteaux, ils sont tous recouverts de deux couches de peinture à l'ocre jaune à leur partie supérieure, jusqu'à 10 centimètres au-dessous de la base du cône.

La composition de la couleur est la suivante :

Céruse.	0,300 k	à broyer ensemble pour former une pâte.
Ocre jaune fin.	0,300 k	
Huile de lin.	0,200 k	
Huile de lin.	0,100 k	
Huile grasse siccative. . . .	0,050 k	
Essence de térébenthine. . . .	0,050 k	
Total. . . .	1,000 k	

Digitized by Google

Appuis métalliques. — De nombreux systèmes d'appuis métalliques ont été mis à l'essai en France. En 1875, dans les *Annales télégraphiques*, M. Morris a publié une étude très complète de la question. Les premiers essais remontent à 1865, sur la ligne de Paris à Saint-Germain-en-Laye. Depuis, M. de la Taille, vers 1873, a cherché à généraliser l'emploi des fers à T et à double T pour les appuis télégraphiques d'usage courant. Entre temps, on a essayé un grand nombre de modèles destinés à supporter de nombreux conducteurs; tels sont les poteaux Oppermann, Lemasson, etc. Parmi ces types mis à l'essai, il en est quelques-uns dont l'emploi, sans se généraliser, a été maintenu, en raison de la commodité qu'ils offrent pour la liaison des lignes aériennes avec les lignes souterraines; nous voulons parler des poteaux en fer creux; les uns, en tôle, sont dus à M. Desgoffe (1872); les autres sont en *fers zorès*, dont les principaux modèles ont été étudiés par M. Loir et par M. Clérac. Ces poteaux sont constitués par deux tôles cintrées ou par deux fers zorès réunis par une fourrure en fers plats et associés par des boulons. Comme dans tous les poteaux métalliques, les consoles des isolateurs sont boulonnées sur l'appui. Dans tous les poteaux creux, la liaison des lignes se fait au moyen de *boîtes de coupure*, et ces boîtes servent aussi pour les essais des lignes et pour opérer les permutations que nécessite le service.

Classification des appuis. — Les appuis, quelle que soit leur longueur, se divisent en quatre classes principales :

1° Le poteau *simple;*

2° Le poteau *couple* ou accouplement de poteaux qui comprend un poteau formant pied droit et un deuxième poteau formant jambe de force ou arc-boutant, reliés par un système d'entretoises;

3° Le poteau *jumelé* ou poteau *double*, constitué par deux poteaux parallèles maintenus par des entretoises;

4° Le poteau *jumelé couple* ou *double couple*, formé de deux pieds droits et d'une jambe de force reliée au second pied droit comme dans le poteau couple simple.

Indépendamment de ces appuis types, on emploie dans certains cas particuliers des assemblages spéciaux, dont voici quelques exemples :

Lorsque le tirage des fils est trop fort, on consolide les pieds droits au moyen de plusieurs jambes de force.

Quand on plante un assemblage en talus incliné, on est quelquefois obligé d'accoupler des poteaux de différentes longueurs.

Digitized by Google

Pour obtenir une grande élévation, on peut employer avantageusement des poteaux entés.

Enfin, lorsque le nombre des fils est trop grand, on peut se servir de herses.

Poteaux simples (fig. 268). — Les poteaux les plus minces sont affectés aux lignes peu importantes et aux alignements droits; les plus forts sont réservés pour les endroits où l'on arrête les fils et pour former des poteaux couples.

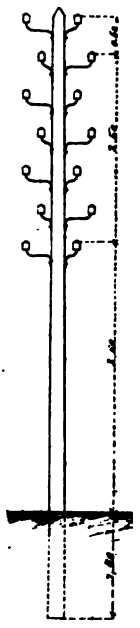


Fig. 268. Poteau simple.

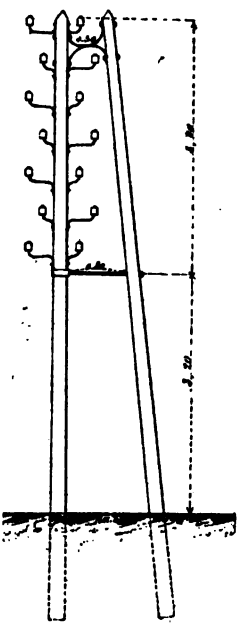


Fig. 269. — Poteaux couples.

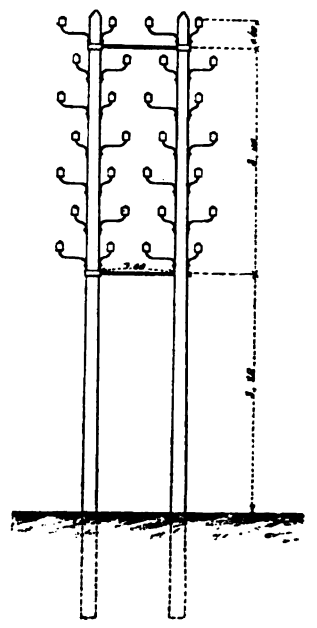


Fig. 270. — Poteaux jumelés.

Poteaux couples (fig. 269). — Jusqu'ici la jambe de force était liée au pied droit par un boulon fixé à la tête de l'appui. Cet assemblage, très solide, a l'inconvénient de ne laisser libre qu'une des faces du poteau pour l'armement; on y a renoncé. Le boulon de tête est remplacé par une entretoise, maintenant une distance intérieure de 0,50 mètre entre les têtes des deux poteaux et laissant ainsi disponibles pour l'armement les deux faces de l'appui vertical. La jambe de force est habituellement inclinée de 10 centimètres par mètre sur le poteau. La liaison est complétée par une entretoise droite dont l'emplacement varie suivant la hauteur des poteaux. Pour les poteaux de 8 mètres et

Digitized by Google

au-dessous, on la place à 3,40 mètres au-dessous de la base du cône qui termine le poteau; pour les poteaux de 10 mètres à 4,40 mètres au-dessous de cette base.

Il existe trois modèles d'entretoises de tête ne différant que par leurs dimensions. Elles sont constituées par des fers en U recourbés dos à dos et rivés l'un à l'autre (fig. 269). On fixe ces entretoises aux poteaux par 4 boulons. Elles nécessitent pour les deux isolateurs supérieurs l'emploi de consoles en U (fig. 269).

L'accouplement des poteaux a lieu sur le terrain à pied d'œuvre.

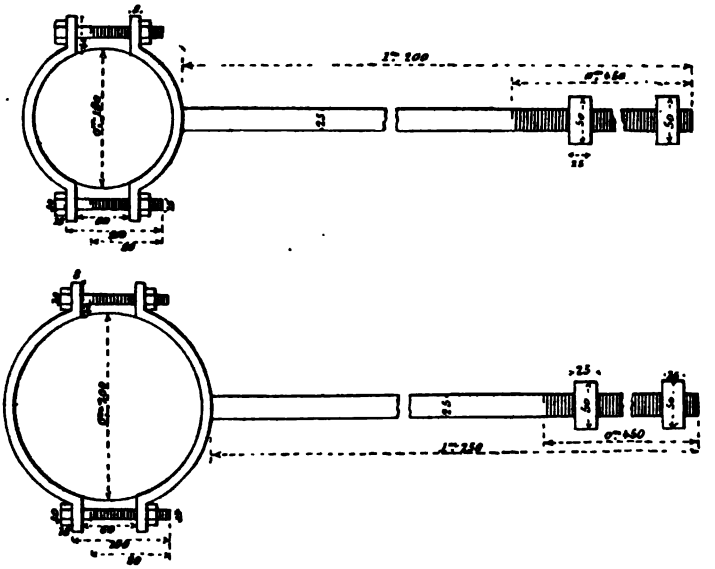


Fig. 271. — Entretoises à un seul collier.

Poteaux jumelés (fig. 270). — Ces poteaux sont destinés à constituer des lignes doubles. Ils sont assemblés au moyen de deux entretoises en fer. Celle du haut, à double collier, est placée à 40 centimètres de la base du cône; l'autre, à un seul collier (fig. 271), se place à 3 mètres au-dessous de la première pour les poteaux de 8 mètres et à 4 mètres pour les poteaux de 10 mètres.

La distance entre les poteaux qui restent parallèles est de 1 mètre. On peut ainsi armer les quatre faces.

Poteau jumelé couple ou *double couple* (fig. 272). — C'est le mode de consolidation employé pour les lignes doubles; il résulte de la combinaison des deux modèles précédents.

Digitized by Google

Poteaux d'angles consolidés. — Au besoin on emploie deux jambes de force, disposées de part et d'autre des poteaux dans les plans des nappes des fils.

Accouplements en talus. — Suivant le sens de la pente du talus, la jambe de force est plus grande ou plus petite que le poteau droit.

Poteaux entés. — On choisit pour cela un poteau léger que l'on boulonne à la tête de deux jambes de force, constituées par des brins plus forts. L'assemblage se fait au moyen d'un boulon de tête et de deux entretoises à 6 écrous chacune.

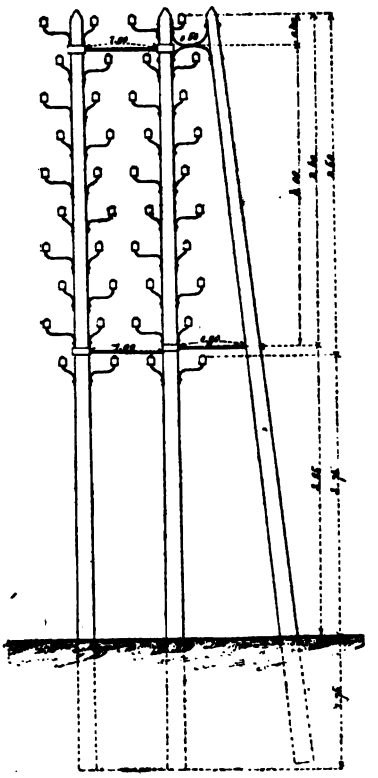


Fig. 272. — Poteau jumelé couple ou poteau double couple.

Herses. — Dans toutes les sections de lignes qui comportent un grand nombre de conducteurs, notamment dans le voisinage des grandes villes, on établit des herses formées par des poteaux parallèles reliés par des traverses horizontales (fig. 273).

Plantation des poteaux. — Dans les terrains ordinaires, on plante les poteaux à des profondeurs de :

1,40 à 1,65 mètre pour les poteaux de 8 mètres,

1,75 à 2 mètres pour les poteaux de 10 mètres,

2 à 2,50 mètres pour les poteaux de 12 mètres.

Dans le roc et les terrains durs les profondeurs peuvent être réduites à 1,50, 1 et 0,60 mètre; mais alors on consolide le pied, préalablement goudronné, avec une maçonnerie de béton ou de ciment. On peut, en outre, faire usage d'une tige à collier enveloppant le poteau et scellée dans le roc.

Dans les alignements droits, les poteaux sont espacés de 75 mètres; c'est ce qu'on appelle la *portée courante*.

Il est évident que moins le sol sera remué aux alentours d'un poteau, plus celui-ci sera solidement planté. Pratiquer un trou

Digitized by Google

cylindrique d'un diamètre égal à celui du poteau est évidemment le procédé idéal, mais, étant donnée la profondeur que l'on doit atteindre, l'opération est généralement impraticable, du moins dans de bonnes conditions économiques. On creuse alors une fosse rectangulaire qui a les dimensions suivantes :

Pour un poteau de 8 mètres :
Longueur : 1,30 mètre;
Largeur : 0,40 —
Profondeur : 0,50 —
Pour un poteau de 12 mètres :
Longueur : 1,50 mètre;
Largeur : 0,50 —
Profondeur : 0,80 —

A l'extrémité de cette fosse, et au point exact où doit être planté le poteau, on creuse, à la barre à mine, un trou cylindrique, d'un diamètre aussi rapproché que possible de celui du poteau, jusqu'à ce qu'on ait atteint, à partir du niveau du sol, une profondeur de 1,50 mètre pour les poteaux de 8 mètres et de 2 mètres, pour les poteaux de 12 mètres (fig. 274); c'est ce qu'on appelle la *cheminée*.

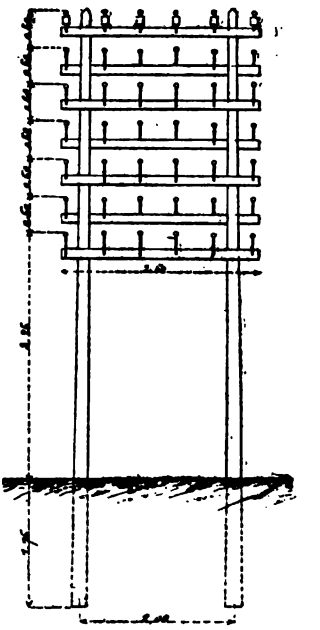


Fig. 273. — Herses.

Le cube de terrain déplacé est en chiffre rond de 360 décimètres cubes pour une fouille de 1,50 mètre et de 700 décimètres cubes pour une fouille de 2 mètres.

Les parois des trous, et surtout celles de la cheminée doivent être bien verticales.

Pour dégorger les trous, on se sert avantageusement d'une *curette* ou petite pelle à long manche.

Après la plantation, le trou est soigneusement bourré avec les pierres provenant de la fouille ou trouvées dans le voisinage, et avec la terre de déblai qui doit être damée par couches successives de 15 à 20 centimètres au plus. Pour le bourrage des cheminées, on emploie un outil nommé *fouloir* ou *presson*; c'est une barre de fer, de 1,50 mètre de long et de 35 millimètres de diamètre, portant à une de ses extremités une tête qui sert à frapper, et à l'autre, une pince en pied-de-biche, à un seul biseau fendu triangulairement et muni d'un talon comme point d'appui du levier.

Digitized by Google

Dans les terrains marécageux, le poteau, préalablement goudronné à sa base, est encastré dans un massif de maçonnerie.

Le long des ponts, viaducs, etc., le poteau peut être soutenu par une tige à arc-boutant sur laquelle il s'appuie; à cette tige on adjoint une tige à collier à un scellement; à 1,50 mètre de la base, on place une seconde tige à collier, mais à deux scellements.

Armement des poteaux. — Les poteaux sont *armés*, c'est-à-dire garnis de leurs isolateurs avant la plantation.

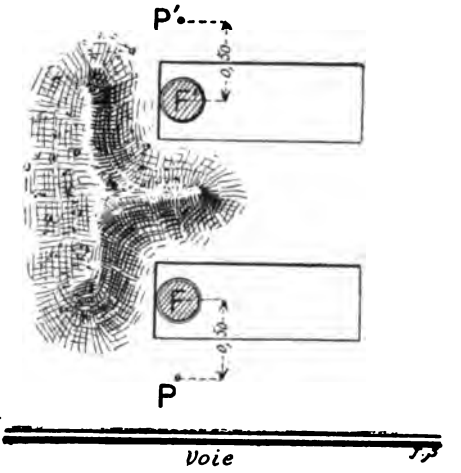


Fig. 274. — Fouille pour deux poteaux jumelés. F, F, cheminées.

La partie supérieure du poteau est surélevée sur un chevalet et, à l'aide d'un cordeau coloré, on trace les deux lignes d'alignement des isolateurs. Puis, au moyen d'un mètre, on détermine les emplacements des trous à percer pour les vis qui assujettiront les consoles.

Le premier isolateur est placé du côté qui regarde la voie suivie; il est monté sur console courte et sa vis supérieure est enfoncée à 20 centimètres de la base du cône.

L'écartement des fils, suivant la verticale, est de 50 centimètres.

Les isolateurs sont fixés deux par deux, une console courte en face d'une console longue et en alternant; les vis de même rang sont toujours à 50 centimètres de distance; cependant, sur les poteaux minces, les vis situées en regard l'une de l'autre pourraient se rencontrer; on descend alors de 3 centimètres tous les isolateurs placés sur la face du poteau opposée à la voie.

Dans les traversées de passage à niveau, la distance verticale entre les fils est réduite; l'armement est modifié en conséquence.

« Il en est de même pour les points de croisement des fils d'un circuit téléphonique interurbain. Pour opérer la permutation de ces deux fils situés dans un même plan horizontal, on dispose les deux fils au poteau de croisement sur deux isolateurs à consoles courtes placées l'une au-dessous de l'autre, sur la face

Digitized by Google

du poteau qui aurait reçu une console longue si l'armement n'avait pas été modifié.

« Les deux paires d'isolateurs qui encadrent ces deux isolateurs sont, on le sait, à 1 mètre l'une de l'autre; cet espace de 1 mètre est divisé en trois intervalles égaux de 33 centimètres, par deux isolateurs à console courte.

« Si le circuit à croiser est le circuit supérieur, on ne dispose que de 50 centimètres au lieu de 66 pour placer les deux isolateurs à console courte. Dans ce cas, on descend de 16 centimètres la deuxième paire d'isolateurs, faisant ainsi porter la modification de l'armement sur deux intervalles de 50 centimètres. »

Le levage des poteaux simples de 6,50 mètre ne présente pas de difficulté; deux hommes suffisent pour dresser le poteau et l'introduire dans la cheminée. Il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de poteaux de 8 ou de 10 mètres. On place alors, verticalement, dans la cheminée deux pressons qui servent de guides à la base du poteau appliquée contre eux. Des ouvriers, en nombre convenable, soulèvent la tête du poteau, en se rapprochant de la base au fur et à mesure que le poteau s'élève et glisse dans la cheminée le long des pressons. Lorsque le poteau est droit les pressons sont enlevés et la fouille est remblayée. Pour contrôler la profondeur de plantation, on souligne d'un trait de peinture la marque de réception qui est appliquée à 3,50 mètres de la base.

Lorsqu'il s'agit de poteaux couples, le poteau droit et la jambe de force sont plantés séparément, mais l'accouplement a été préparé au préalable. Les deux appuis étant étendus sur le sol, dans une position semblable à celle qu'ils doivent occuper après la plantation, l'entretoise de tête est fixée au poteau droit et l'entretoise du milieu à la jambe de force; on perce alors les trous destinés à recevoir les boulons d'assemblage, mais en employant des tarières de grosseurs différentes, les diamètres des trous n'étant pas les mêmes pour les deux entretoises. Les deux poteaux étant mis en place et convenablement orientés, un ouvrier monte au sommet du pied droit et place les boulons de l'entretoise de tête, tandis que l'entretoise du milieu est fixée par d'autres ouvriers.

Construction des lignes aériennes. — Si nous considérons un fil pesant, librement suspendu entre deux points situés à la même hauteur, ce fil affectera la forme d'une courbe appelée *chaînette*.

La droite horizontale qui joint les deux points d'appui est la *portée*.

Digitized by Google

Si, du point le plus bas de la courbe, on élève une perpendiculaire sur la droite horizontale qui joint les points d'appui, la longueur de cette perpendiculaire est la *flèche*.

La *tension* supportée par le fil au point le plus bas de la chaînette est la force qui serait nécessaire pour maintenir en contact les deux parties du fil, si ce fil était coupé en ce point.

La flèche, la portée, la tension et le poids du fil sont liés par une relation dont on est souvent appelé à faire usage.

Soient : f, la flèche exprimée en mètres.

a, la portée exprimée en mètres.

t, la tension exprimée en kilogrammes.

p, le poids de 1 mètre de fil en kilogrammes.

On a :

$$f = \frac{a^2 p}{8\,t}$$

d'où :

$$t = \frac{a^2 p}{8\,f}$$

et :

$$a = \sqrt{\frac{8\,tf}{p}}$$

Il est donc facile de calculer, soit la flèche, soit la tension, soit la portée, lorsque les trois autres quantités sont connues.

Si les points de suspension du fil ne sont pas situés à la même hauteur, la courbe décrite par ce fil est une portion de la chaînette qu'il décrirait si les points de suspension étaient à la même hauteur.

La tension d'un fil ne peut être, en aucun cas, égale à sa charge de rupture; ce n'en est qu'une fraction, et cette fraction est ce qu'on appelle le *coefficient de sécurité*. Ce coefficient varie, dans la pratique, entre 1/3 et 1/7.

La tension au point d'attache n'est pas tout à fait la même qu'au point le plus bas de la chaînette; cette tension T a pour valeur :

$$T = t + pf$$

Les variations de température influent évidemment sur les dimensions du fil et de sa flèche, ainsi que sur la valeur de la tension et par suite sur le coefficient de sécurité.

Un abaissement de température produit une contraction du fil, par conséquent une diminution de sa longueur et de sa flèche; par contre la tension augmente et le coefficient de sécurité diminue.

Digitized by Google

Une élévation de température produit une dilatation du fil qui s'allonge, la flèche augmente; il en est de même du coefficient de sécurité, car la tension diminue.

La table suivante, établie par les soins de l'administration des postes et des télégraphes, donne, pour la portée courante de 75 mètres, les flèches et les tensions des fils de fer et de cuivre aux différentes températures.

TABLE DES FLÈCHES ET DES TENSIONS POUR LES FILS DE FER ET DE CUIVRE

PORTÉE DE 75 MÈTRES

TEMPÉRATURE	FLÈCHES	TENSIONS POUR LES FILS DE FER			TENSIONS POUR LES FILS DE CUIVRE							COEFFICIENT DE SÉCURITÉ
		De 3 m/m	De 4 m/m	De 5 m/m	De 2 m/m	De 2,5 m/m	De 3 m/m	De 3,5 m/m	De 4 m/m	De 4,5 m/m	De 5 m/m	
Degrés Cent.	Centim.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	
— 20	45	87	155	244	45	70	101	138	180	228	281	1/3,22
— 15	49	80	143	222	41	64	93	127	166	210	259	1/3,50
— 10	53	74	132	206	38	59	86	117	153	194	239	1/3,78
— 5	57	69	123	192	35	55	80	109	142	180	222	1/4,05
0	61	64	115	179	33	51	75	102	133	168	207	1/4,35
+ 5	65	60	107	167	31	48	70	95	124	157	194	1/4,65
+ 10	70	56	100	156	29	45	65	89	116	147	181	1/5
+ 15	75	52	93	146	27	42	61	83	108	137	169	1/5,35
+ 20	80	49	87	136	25	39	57	78	101	128	158	1/5,70
+ 25	86	46	81	127	23	37	53	73	95	120	148	1/6,15
+ 30	92	43	76	119	22	35	50	68	89	112	138	1/6,55
+ 35	97	40	72	113	21	33	47	64	84	106	131	1/6,90
+ 40	102	38	68	107	20	31	44	61	80	101	124	1/7,30

Conditions générales. — La ligne doit être solide, bien isolée, visible et facilement accessible; on doit pouvoir y ajouter de nouveaux conducteurs sans être obligé de remanier les autres. Cette dernière condition implique l'uniformité d'armement des appuis.

Pour obtenir ces résultats, on a admis que :

La portée courante est de 75 m;

L'écartement des isolateurs est de 50 cm et peut être toléré à 30 cm en ligne courante, pour les fils des compagnies de chemins de fer, toujours placés au-dessous de ceux de l'Etat;

Digitized by Google

La hauteur minima au-dessus du sol du fil inférieur, en son point le plus bas, est de 2,50 m.

La traversée des voies ferrées se fait à 5,50 m au-dessus du niveau des rails;

La tension des fils à $+10^{\circ}$ doit être égale à leur poids kilométrique; pendant la pose, on mesure cette tension sur le fil supérieur, au moyen d'un dynamomètre; les autres fils sont réglés parallèlement.

On a été conduit à admettre quatre types pour les lignes principales :

« 1° La ligne simple, en poteaux de 8 m pouvant supporter 14 fils de l'État, distants de 50 cm.

2° La ligne double en poteaux de 8 mètres, composée de deux lignes simples juxtaposées et entretoisées et pouvant recevoir 28 fils, dans les mêmes conditions que la ligne simple;

3° La ligne simple en poteaux de 10 mètres, pouvant supporter 20 fils de l'Etat, distants de 50 centimètres mesurés verticalement sur le poteau;

4° La ligne double en poteaux de 10 mètres, semblable à la précédente, pouvant recevoir 40 fils.

Pour les lignes en poteaux de 8 mètres, les appuis d'exhaussement sont de 10 mètres; ils sont de 12 mètres pour les lignes en poteaux de 10 mètres; dans les cas exceptionnels, on fait usage de poteaux entés.

Aux traversées de routes où la hauteur du dernier fil au-dessus du sol doit être de 6,50 mètres, on est conduit à rapprocher les conducteurs jusqu'à 25 centimètres.

Lorsque la ligne doit supporter plus de 40 conducteurs, on fait usage de herses. Les appuis en herses sont constitués par deux ou trois forts poteaux parallèles, réunis par des traverses horizontales en bois ou en fer en U, sur lesquelles sont boulonnés des isolateurs à tige courte. Les traverses sont alternativement placées sur les deux faces des appuis.

Les isolateurs étant espacés de 50 centimètres sur les traverses, et les traverses elles-mêmes étant distantes de 50 centimètres, on pourra, suivant la hauteur des appuis et la largeur dont on dispose, constituer des lignes de 42 à 80 fils.

Le remplacement des poteaux des lignes en herse étant difficile, on cherchera à prolonger leur durée par tous les moyens possibles, notamment en les peignant sur toute leur surface. On pourra aussi réduire les efforts supportés en réduisant la portée normale à 60 et même à 50 mètres.

Les règles précédentes s'appliquent aux lignes sur route, à

Digitized by Google

cette différence près que le fil le plus bas doit toujours être à 3 mètres au-dessus du sol.

Dans les routes sinueuses on pourra souvent réduire le nombre des appuis en coupant les lacets par de grandes portées, mais en évitant toujours de laisser les conducteurs surplomber la route.

Les lignes en montagne ou en pays accidentés font l'objet d'études spéciales pour chaque cas particulier.

La construction des lignes présente trois phases distinctes :

1° L'étude;

2° Les opérations préparatoires;

3° L'exécution.

Etude. — L'étude d'une ligne consiste à examiner les différentes solutions possibles et à déterminer la dépense afférente à chacune d'elles. Cette étude est transmise à l'administration qui statue; elle est établie sous forme de rapport et constitue l'avant-projet, accompagné de cartes et de plans permettant d'apprécier la valeur des solutions proposées.

L'administration ayant statué, le projet définitif est établi; il comprend :

« 1° Un rapport avec plans, relevés et documents à l'appui, exposant les dispositions projetées et contenant les propositions pour l'exécution des travaux;

« 2° Le devis des dépenses à faire;

« 3° L'état du matériel à employer;

« 4° Les projets de marché ou de cahier des charges d'adjudication, s'il y a lieu. »

Le crédit ouvert à la suite de cette étude ne peut être dépassé, et le devis approuvé doit être exécuté sans changement.

L'ingénieur, le chef surveillant, le chef d'équipe et les ouvriers nécessaires parcourent la ligne à pied. Cet examen minutieux de la ligne permet d'étudier la nature du terrain au point de vue de la plantation des appuis et de déterminer l'emplacement de certains appuis dont la situation s'impose. La distance comprise entre ces points d'appui particuliers forme des *sections* qui seront ensuite recoupées par des portées courantes de 75 mètres environ.

Le *piquetage* de la ligne consiste à indiquer, par des piquets plantés dans le sol, l'emplacement exact que doivent occuper les appuis ainsi que leur nature.

Le chef surveillant, assisté du surveillant qui dirigera la plantation et du nombre d'ouvriers nécessaires, procède au piquetage. Cette équipe est munie de décamètres, de jalons et de piquets. La place de chaque appui est marquée par un piquet.

Digitized by Google

« Lorsqu'il s'agit d'un poteau couple, le plan des axes des deux poteaux assemblés est placé suivant la bissectrice de l'angle formé par les fils.

« Pour tracer cette bissectrice sur le terrain, on porte sur chacun des alignements du sommet de l'angle aux appuis voisins deux longueurs égales AM et AN. En M et en N, on plante deux piquets auxquels on attache les deux extrémités d'une corde dont le milieu est marqué d'un point de repère, puis, prenant la corde par son milieu on la tend; la ligne OA, qui joint le milieu de la corde au sommet de l'angle, est la bissectrice de cet angle. »

Fig. 275. — Mâchoire à tendre.

Exécution des travaux. — Le transport du matériel à pied-d'œuvre se fait, suivant les cas, par les trains de marchandises réguliers, par trains spéciaux ou, s'il s'agit de lignes sur route, par des voitures. On constitue des dépôts de matériel distants de 2 ou 3 kilomètres et la distribution partielle se continue sur des voitures à bras, à dos d'homme, sur des wagonnets, *toujours couverts par un agent de la compagnie seul responsable*, et accompagnés d'une équipe suffisante pour les dégager au premier signal.

Plusieurs ateliers peuvent être constitués sur la même ligne. Dans chaque section le travail est réparti de la manière suivante :

1° Distribution à pied-d'œuvre;

2° Ouverture des fouilles, accouplement, armement et plantation des appuis;

3° Déroulement, soudure, montage des fils, réglage et arrêtage.

Un arrêté préfectoral est nécessaire pour autoriser la plantation de poteaux ou l'établissement d'appuis dans les propriétés particulières, sur les routes nationales et départementales, etc.

Les indemnités à allouer aux propriétaires se règlent, autant que possible, par sous-seing privé.

Le déroulement du fil s'opère en faisant tourner les couronnes autour de leur axe, tout en marchant.

Le procédé consistant à détacher successivement les spires et à retourner la botte pour éviter les coques est défectueux et doit être absolument proscrit.

Digitized by Google

La couronne est placée sur un tambour vertical, installé sur une civière portée par deux ouvriers. Un frein à ressort, manœuvré par l'un d'eux, permet de régler à volonté le déroulement du fil.

Le montage du fil se fait par sections de 500 mètres. L'extrémité est saisie dans une mâchoire à tendre (fig. 275). A l'anneau de cette mâchoire on accroche une paire de mouffles (fig. 276) dont l'autre crochet est assujetti à un point fixe, tel que le pied du poteau suivant.

Fig. 276. Mouffles avec cordages.

Le tirage du fil supérieur se fait au dynamomètre, qui est généralement un peson; immédiatement après, le fil est provisoirement arrêté sur le dernier isolateur ou mieux sur le poteau lui-même, au moyen d'une mâchoire et d'un cordage. Les autres fils sont réglés sur le fil supérieur auquel ils doivent être parallèles.

Dans les lignes droites, le fil est placé dans la gorge de l'isolateur, du côté du poteau, de façon que, en cas de bris de l'isolateur, il tombe sur la console et non sur les conducteurs inférieurs; dans les courbes, le fil est placé de façon que le tirage ait lieu sur le champignon central et non sur l'oreille.

Les mâchoires à tendre employées pour les fils de cuivre sont en bois dur; si on est obligé d'avoir recours aux mâchoires ordinaires, il faut recouvrir leurs pinces de plaques de cuivre ou de cuir pour éviter d'endommager le conducteur.

Le raccordement des fils de fer et des fils de cuivre se fait sur des isolateurs à console double. Chacun des conducteurs est solidement arrêté sur l'isolateur qui lui fait face, mais on laisse de part et d'autre un bout libre. Le bout de fil de cuivre est contourné en spirale qui forme réserve, dans le cas où l'on aurait à remplacer le manchon de liaison. Les deux extrémités des fils sont introduites dans un manchon du diamètre du conducteur le plus fort; le conducteur le plus faible y est calé par un morceau de fil rapporté, et lorsque le contact est bien assuré, on fait la soudure.

Dans les traversées des villes, les circonstances peuvent nécessiter le rapprochement des conducteurs. On fera généralement usage de fils de cuivre et d'isolateurs réduits.

Digitized by Google

Le plus souvent, pour éviter l'effet disgracieux des poteaux plantés le long de la chaussée et la gêne qu'ils occasionnent, on fait usage de *potelets*. On nomme ainsi des appuis en bois ou en fer, scellés dans les murs des maisons, comme le montrent les figures 277 et 278. Les potelets en fer en U, du modèle de M. André, que représentent ces figures, sont les plus avantageux; ils sont constitués par deux fers en U associés dos à dos, mais entre lesquels existe une rainure qui laisse passer les tiges des isolateurs. Les tiges, filetées, sont serrées par des écrous contre le potelet; cette disposition, très commode, permet de remanier la ligne et d'y ajouter des fils avec la plus grande facilité; il suffit, en effet, de desserrer les écrous pour faire glisser les isolateurs, soit qu'il s'agisse de les éloigner les uns des autres, soit qu'on veuille les rapprocher.

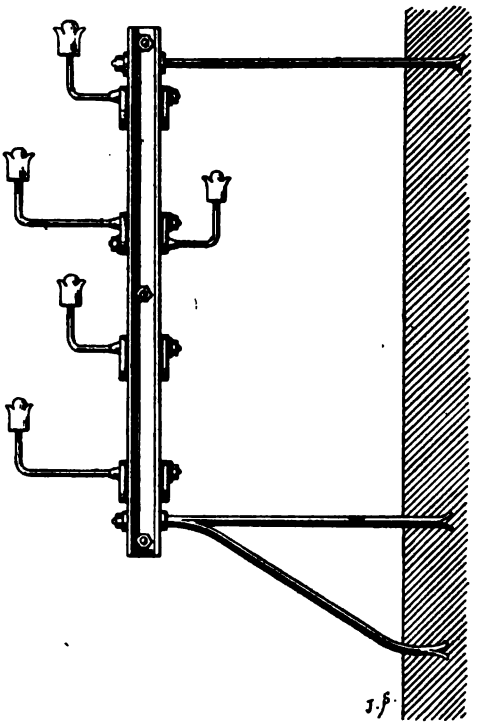


Fig. 277. — Potelet André.

Le bruit résultant des vibrations des fils sous l'action du vent est fort gênant pour les propriétaires ou les locataires des immeubles qui supportent un certain nombre de conducteurs télégraphiques. Aussi a-t-on été conduit à imaginer des *sourdines* destinées, sinon à étouffer complètement le bruit, du moins à l'atténuer dans une forte proportion.

La sourdine Caël-Beau (fig. 279) est une de celles que l'on emploie le plus fréquemment en France; c'est un petit instrument à bon marché que l'on confectionne sur place.

Sur une longuer de 20 à 30 centimètres, on enroule une couche de chanvre sur le fil de ligne dans le voisinage de l'iso-

Digitized by Google

lateur. Un tube de caoutchouc, épais de 15/10 de millimètre, fendu dans toute sa largeur, recouvre et protège la couche de chanvre, dont l'épaisseur doit être à peu près égale au diamètre du fil. Enfin, une lame de plomb de 1 millimètre d'épaisseur, est roulée, comme le papier d'une cigarette, autour du tube de caoutchouc. Les deux bords de la lame de plomb, qui se recouvrent, sont tournés vers le bas pour éviter les infiltrations de l'eau de pluie. Le câble de fils à ligatures, qui doit fixer le conducteur de ligne sur la poupée de l'isolateur, est enfilé dans un tube de caoutchouc recouvert par un tube de plomb; les extrémités libres sont enroulées, de part et d'autre de l'isolateur, sur le fil de ligne armé comme nous venons de l'indiquer.

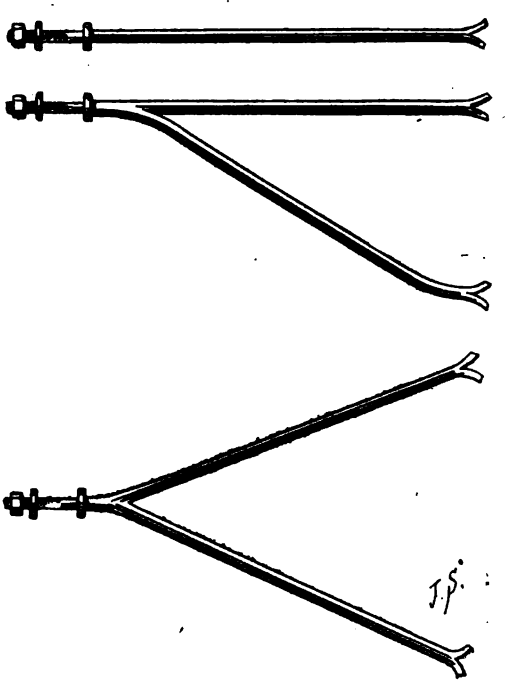


Fig. 278. — Potelet André (tiges à scellement).

Entrées de postes. — L'entrée des fils dans les bureaux nécessite certaines précautions. Les conducteurs sont arrêtés sur les isolateurs du dernier appui de la ligne qui, quelquefois, est fixé, sous forme de potelet, à la façade même du bureau. Une boîte ayant à peu près la forme d'une boîte aux lettres est placée le long de la muraille. Sur cette boîte sont vissés de petits isolateurs à double cloche sans oreilles A (fig. 280). Chaque fil de ligne est arrêté sur la gorge d'un de ces isolateurs. Des tubes coudés en porcelaine B, traversent la paroi de la boîte; à l'intérieur de ces tubes se trouvent d'autres tubes en caoutchouc. Un petit câble, dont le conducteur est en cuivre, est relié au fil de ligne sur chaque isolateur, traverse le tube de caoutchouc, enfilé lui-même dans le tube de porcelaine, placé immédiatement au-dessus de l'isola-

Digitized by Google

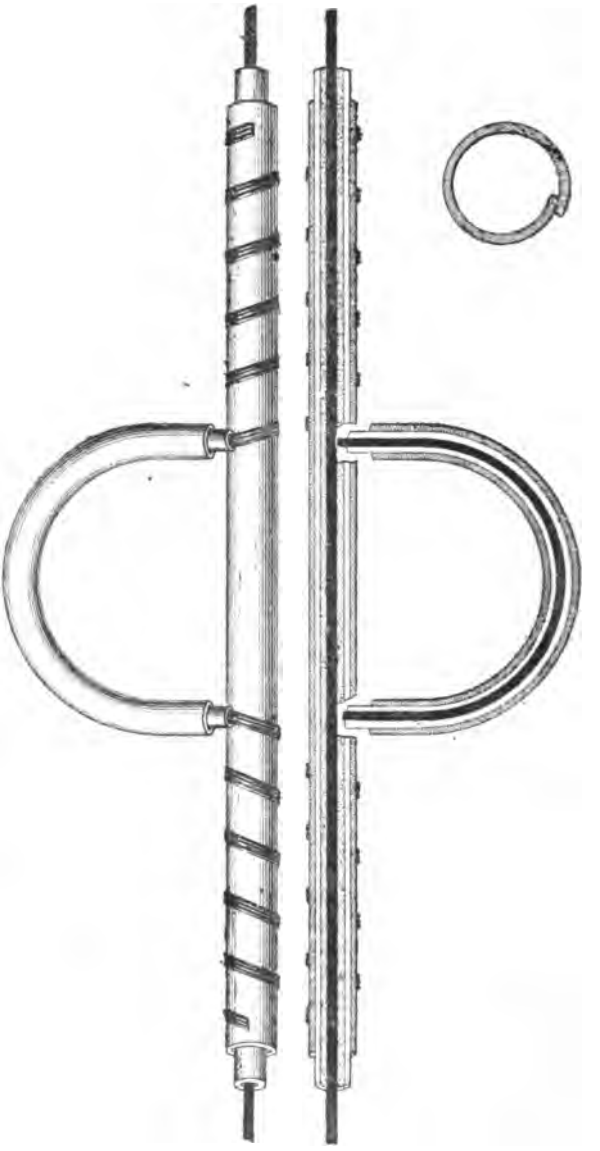


Fig. 279. — Sourdine Caël-Beau.

teur et pénètre dans la boîte. Là, les différents câbles réunis s'engagent dans un tube en plomb qui traverse la muraille et débouche à l'intérieur du bureau. Les câbles sont de nouveau

Digitized by Google

séparés ; chacun d'eux est fixé à une borne à contre-écrou qui reçoit, d'autre part, l'un des conducteurs constituant les communications intérieures du poste.

Afin d'empêcher l'humidité de pénétrer dans la boite, une rondelle de caoutchouc est interposée entre celle-ci et le collier du tube coudé en porcelaine ; cette rondelle est comprimée par le serrage des vis qui assujettissent le tube.

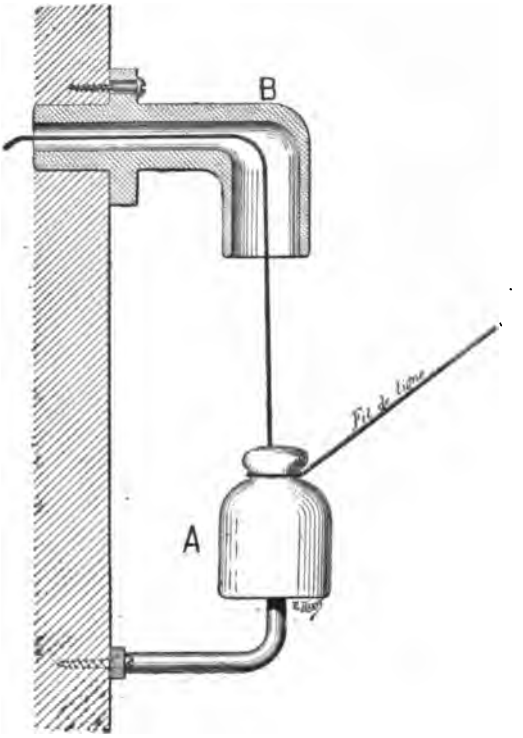


Fig. 280. — Entrée de poste.

Beaucoup d'entrées de postes sont installées de la sorte, mais, aujourd'hui, on a recours, pour les petits bureaux, à un procédé beaucoup plus simple.

Le fil de ligne est arrêté sur la gorge d'un isolateur d'entrée de poste. Un conducteur en cuivre, sous gutta-percha et sous plomb, traverse la muraille du bureau, passe sous la cloche de l'isolateur en en suivant à peu près le pourtour, remonte verticalement et, par son extrémité préalablement dénudée, vient s'attacher au fil de ligne. La partie du conducteur engagée sous la cloche a été dépouillée de son enveloppe de plomb pour éviter les pertes qui, par les temps humides, pourraient se produire par la console, de sorte que c'est en réalité un fil recouvert de gutta-percha qui est logé sous la cloche en porcelaine.

Boîtes et guérites de coupures. — Il est utile, en vue de faciliter la recherche des dérangements, d'installer, en des points déterminés, le long des lignes, des dispositifs permettant de couper facilement les fils, de les essayer et de rétablir ensuite la

Digitized by Google

communication. Ces *points de coupure*, qui sont de divers ordres, sont disposés sur les appuis, dans des boîtes ou dans des guérites en planches.

Deux isolateurs montés sur une console double peuvent constituer un point de coupure. Le conducteur est solidement arrêté sur les deux isolateurs qui sont raccordés par une *baguette* qu'il est toujours facile d'enlever ou de remplacer sans dérégler la ligne.

Les boîtes de coupures sont souvent placées à l'intérieur des poteaux en fer creux tels que les poteaux Desgoffe ou les poteaux en fer zorès.

Les guérites sont généralement placées dans le voisinage des gares et raccordées au bureau de l'Etat par des *fils de jonction*.

Nous décrirons, dans le chapitre suivant, l'agencement intérieur des boîtes de coupures et des guérites, lorsque nous parlerons du raccordement des lignes aériennes avec les lignes souterraines.

Entretien des lignes aériennes. — Les instructions administratives indiquent nettement dans quelles conditions doivent être entretenues les lignes aériennes; nous n'insisterons que sur quelques précautions utiles pour éviter les dérangements au cours des travaux d'entretien.

Il est expressément recommandé, en vue de prévenir les accidents, de vérifier la solidité de l'outillage employé, tel que échelles, cordages, etc. Tous les travaux difficiles ou dangereux impliquent l'adjonction d'un aide à l'ouvrier qui en est chargé.

Le nettoyage des isolateurs se fait avec de la potasse caustique dissoute dans dix fois son poids d'eau; le lavage a lieu aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Les fils d'arrêtage sont vérifiés et remplacés au besoin.

Si, lorsqu'on a à remplacer ou à resserrer une vis, le bois est altéré, il faut déplacer l'isolateur de 2 ou 3 centimètres, pratiquer de nouveaux trous en bois sain et boucher les anciens avec des chevilles en bois injecté.

Les isolateurs brisés, fêlés ou fendus seront remplacés.

Lorsqu'une soudure est défectueuse ou que le fil est altéré dans son voisinage, il convient de remplacer le manchon, mais, pour ne pas raccourcir le fil et augmenter sa tension, on est obligé d'intercaler sur le fil une *baguette*, c'est-à-dire un morceau de fil neuf, de longueur égale à celle que l'on supprime et à le raccorder à cette baguette par deux manchons soudés. Une portée ne doit pas contenir plus de deux manchons et si

Digitized by Google

l'on doit en augmenter le nombre, il vaut mieux remplacer la portée entière. Pendant ce remplacement, et dans tous les cas analogues, il faut éviter d'interrompre les communications; on opérera donc de préférence le matin, avant l'ouverture des bureaux, mais la meilleure précaution consiste à dérouler sur le sol un câble isolé et à le raccorder provisoirement avec le conducteur sur lequel on travaille et que l'on peut alors couper impunément, si l'on a eu soin de l'arrêter solidement de part et d'autre du câble. La substitution d'un conducteur neuf à la section défectueuse n'offre plus aucune difficulté et il suffit d'opérer le raccordement avant d'enlever le câble.

Avec un câble à plusieurs conducteurs, on pourra opérer le remplacement d'un nombre égal de fils, mais si on ne dispose pas d'un câble, il faut :

1° Poser des isolateurs provisoires pour recevoir les anciens fils et rendre leur place libre;

2° Déplacer ces fils;

3° Mettre en place les nouveaux fils;

4° Enlever les anciens.

Tous les corps étrangers suspendus aux fils doivent être enlevés; s'ils sont combustibles, il faut éviter de les brûler. De même, les branches des arbres doivent être élaguées à 1,50 mètre de la ligne; on laisse généralement aux riverains le soin de cette opération.

On s'assure de l'état des poteaux en les sondant. Avec un peu d'habitude, on juge de l'état du bois par le son qu'il produit lorsqu'on le frappe à petits coups secs. On peut aussi y enfoncer un foret, mais il ne faut pas l'attaquer à la pioche. Il est inutile de sonder à plus de 25 à 30 centimètres au-dessous du sol; le poteau est remblayé et la terre damée après l'opération. Les poteaux à remplacer sont marqués d'un trait de peinture. On consolide provisoirement les poteaux au moyen de haubans qu'on n'emploie plus dans les constructions ou bien en leur mettant des tuteurs; ce sont des morceaux de poteaux sains que l'on enfonce à côté de l'appui à consolider et qu'on lie à ce dernier par deux ou trois attaches en fil de fer, serrées par des coins en bois enfoncés à refus.

En principe, on ne doit jamais planter un poteau dans le même trou que celui qu'il remplace, la terre contenant des germes de décomposition.

On profite des travaux d'entretien pour repeindre les cônes des poteaux et boucher les trous des vis avec des chevilles en bois injecté.

Digitized by Google

Les ferrures non galvanisées sont peintes au minium, à deux couches.

Dans les dépôts, les poteaux ne doivent jamais reposer sur le sol; classés par longueur, on en forme des piles à base carrée, posées sur des chevalets ou chantiers confectionnés avec des bois sains. Dans une même couche, deux poteaux voisins sont placés à contre-sens; les rangées sont disposées perpendiculairement, de façon à favoriser la circulation de l'air.

Digitized by Google

CHAPITRE XII

LIGNES SOUTERRAINES

LIGNES SOUTERRAINES. — CABLES ISOLÉS A LA GUTTA-PERCHA. — CABLES FORTIN-HERMANN. — CABLES SOUS PAPIER. — CONSTRUCTION DES LIGNES SOUTERRAINES : lignes en galerie, lignes en tranchée. — CABLES ARMÉS. — SOUDURES. — RACCORDEMENT DES LIGNES SOUTERRAINES AVEC LES LIGNES AÉRIENNES : guérites, poteaux de raccordement.

Lignes souterraines. — Les lignes souterraines, dont le premier essai, en France, remonte à 1855, ne reçurent, pendant longtemps, qu'un développement très restreint et, à part le tronçon installé entre Juvisy et Paris, il n'en existait guère, en 1879, qu'à l'intérieur des villes.

A cette époque, on se décida à construire un réseau comprenant des conducteurs de grande étendue.

Suivant l'affectation à laquelle ils sont destinés, les câbles employés pour la construction des lignes souterraines sont de plusieurs sortes, et, si on ne tient pas compte de ceux mis à l'essai sur certains points, on peut les diviser en trois catégories :

1° Câbles isolés à la gutta-percha ;

2° Câbles Fortin-Hermann ;

3° Câbles sous papier.

Les câbles télégraphiques souterrains les plus employés sont à 1, 3, 5 ou 7 conducteurs.

Câbles isolés à la gutta-percha. — La composition des câbles isolés à la gutta-percha ne diffère pas sensiblement de celle des câbles sous-marins, si ce n'est qu'ils comportent souvent un nombre de conducteurs plus grand. Les procédés de fabrication sont à peu près les mêmes, au moins dans la plupart des cas ; nous y reviendrons dans le chapitre suivant.

Dans les câbles souterrains, le diamètre des brins qui composent le toron du conducteur est de 0,5 millimètre pour les communications urbaines ; lorsque ces brins sont au nombre de sept, le toron a la même conductance que le fil de fer de 4 millimètres. Pour les lignes reliées aux fils de grande communication ou aux fils internationaux, le toron de 7 conducteurs est

Digitized by Google

constitué en brins de 0,7 millimètre de diamètre et correspond au fil de fer de 5 millimètres.

Le nombre et la grosseur des brins permet de reconnaître du premier coup le modèle du câble.

Le toron est recouvert d'une couche de composition Chatterton et de deux couches de gutta-percha séparées et reliées par une couche intermédiaire de Chatterton.

Chaque conducteur constitué de la sorte est recouvert d'un guipage en filin tanné. La différence de coloration de ces guipages permet de distinguer les conducteurs. Câblés suivant une hélice dont le pas est d'environ 75 centimètres, les conducteurs sont recouverts, tous ensemble, d'une double couche de ruban tanné, enroulé en sens inverse (fig. 281).

Ici s'arrête la fabrication si le câble est destiné à être posé dans une canalisation en fonte; mais, s'il doit être placé dans une galerie d'égout, il ne saurait rester sans protection, et on l'introduit dans un tube de plomb, dont l'épaisseur varie de 1 à 1,5 millimètre, ce qui constitue les *câbles sous plomb*.

Si le câble doit être abandonné à lui-même au fond d'une tranchée, il est nécessaire de *l'armer*. L'armature est posée, soit sur le câble guipé, soit sur le câble sous plomb.

Dans le premier cas, le câble guipé est recouvert d'un matelas supplémentaire de filin tanné, épais de 2 millimètres; il reçoit ensuite son armature, composée de 14 ou 15 fils de fer galvanisé de 4 millimètres de diamètre. Deux couches de filin, imprégné d'une composition bitumeuse, et enroulées en sens inverse protègent l'armature métallique.

Dans un autre modèle, l'armature de fils métalliques est double; celle qui est la plus rapprochée des conducteurs comporte 18 fils de 3 millimètres de diamètre; une couche de filin tanné la sépare de l'armature extérieure, formée par 18 fils de 5 millimètres.

Quand il s'agit de câble sans plomb, le nombre des fils de fer galvanisé qui protège le tube de plomb est de 24, et leur diamètre est de 2,5 millimètres. Deux rubans de toile bitumée sont enroulés en sens inverse par-dessus ces fils.

Câbles Fortin-Hermann. — Ce câble doit sa faible capacité à son diélectrique. Chaque conducteur est enfilé dans un chapelet de petites perles en bois paraffiné, qui se succèdent tout du long sans discontinuité. Les conducteurs, dont le nombre varie suivant le modèle du câble, sont cordés ensemble et mis sous plomb.

Le bois employé pour fabriquer les perles, est du bouleau bien sec et bien sain. L'arbre est refendu en billes de 10 à 15 centimètres,

Digitized by Google

débitées elles-mêmes à la serpe, dans le fil du bois, en planchettes de 1 centimètre d'épaisseur. Ces planchettes sont desciées en prismes à base carrée, au moyen d'une scie circulaire.

Chacun des petits prismes ainsi obtenus est présenté à un outil spécial qui, d'un seul coup, façonne les perles; un foret perce le trou central, tandis qu'une sorte d'emporte-pièce découpe la partie extérieure. La perle obtenue de la sorte est un tube cylindrique, long de 1 centimètre; son diamètre est de 3 millimètres. Les perles sont ensuite placées dans un polissoir. C'est un cylindre dont les deux bases sont grillagées, et qui se meut autour d'une de ses diagonales. Pendant la rotation continue de ce cylindre, toutes les perles défectueuses sont rejetées au dehors.

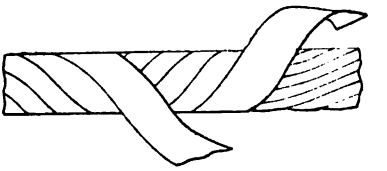


Fig. 281. — Câble isolé à la gutta-percha.

L'âme de chaque conducteur se compose de trois brins de cuivre de 0,5 millimètre de diamètre.

Pour l'opération de l'enfilage, les perles sont placées dans un cylindre, où un balancier, par ses mouvements de va-et-vient, les oriente et les fait glisser, d'abord dans un entonnoir, puis dans un long tube. Elles s'engagent dans le tube une à une, et dans le sens de leur longueur, de sorte que le trou dont elles sont percées coïncide avec le centre de l'orifice inférieur du tube. Sur le même axe est placée verticalement une aiguille d'acier, attachée au conducteur à *perler;* aussi, les perles s'enfilent-elles tout naturellement; il n'y a plus qu'à les faire glisser le long du fil, opération qui s'exécute mécaniquement.

Les conducteurs sont préparés par bouts de 20 mètres, il s'agit de les souder : un petit manchon de cuivre, d'un diamètre juste suffisant pour laisser passer le conducteur, est placé à cheval sur les deux bouts à relier; le manchon est évidé en son milieu, de façon à laisser couler la soudure. Au-dessus de cet évidement, on attache, avec du fil de cuivre fin, un petit morceau d'argent; La soudure ainsi préparée est décapée au pincau, puis soumise au chalumeau. La fusion du morceau d'argent est très rapide; elle produit une soudure solide, et il ne reste plus qu'à enlever les bavures et à faire glisser les perles qui doivent la recouvrir. La mise sous plomb des conducteurs se fait au moyen d'une ficelle engagée dans les différents tubes. Des manchons de plomb servent à réunir les tubes; on rapproche autant que possible les deux tubes à réunir, on fait glisser le manchon par

Digitized by Google

dessus, on soude à l'étain, et il ne reste plus qu'à embobiner le câble.

Le câble Fortin-Hermann donne :

Un isolement kilométrique supérieur à 200 mégohms, une capacité kilométrique de 0,05 microfarad, une résistance kilométrique de 13 ohms.

L'épaisseur du tube de plomb est de 2 millimètres pour les câbles contenant de 1 à 4 conducteurs, et de 3 millimètres pour les câbles de 5 à 14 conducteurs.

Câbles sous papier. — Ces câbles sont isolés avec du papier, sans autre diélectrique.

Chaque conducteur est formé par un fil de 1 millimètre de diamètre, entouré de deux bandes de papier, enroulées à longues spires, pour faciliter la circulation de l'air. Les conducteurs sont ensuite tordus deux à deux sur un pas de 20 centimètres pour former une paire. Réunis en nombre de paires, variant d'après le modèle, pour former un cylindre, les conducteurs sont recouverts d'une gaine de plomb de 3,5 millimètres d'épaisseur. L'enveloppe de plomb est mise au moyen d'une presse hydraulique.

Le plomb fondu est refoulé sur l'âme, qui est entraînée d'un mouvement uniforme et s'enroule sur une bobine.

Pendant la fabrication, un courant d'air comprimé et bien desséché par son passage sur du chlorure de calcium est envoyé dans le câble et remplace le passage à l'étuve anciennement en usage.

Ce procédé, qui rend les plus grands services pour l'entretien des câbles, est dû à M. Barbarat.

La résistance moyenne des conducteurs est de 20,5 à 21,5 ohms à 12°, leur capacité moyenne de 0,06 microfarad, et leur isolement kilométrique, généralement de 3000 mégohms, peut être porté à 8000.

Le raccordement des conducteurs se fait par une simple torsade recouverte de papier; un manchon de plomb soudé sur les revêtements de même métal des câbles à relier complète l'assemblage.

Si l'isolement vient à baisser par suite de l'humidité qui aurait accidentellement pénétré à l'intérieur du câble, l'isolement normal est promptement rétabli par un courant d'air sec. Ce procédé s'applique également aux câbles Fortin-Hermann, où le diélectrique est, en réalité, l'air sec.

Pour appliquer le procédé de M. Barbarat, on dispose, sur la canalisation d'air comprimé, un dessécheur qui, par des ajutages

Digitized by Google

placés sur l'enveloppe de plomb des câbles, permet de faire passer le courant d'air sec à l'intérieur de ceux-ci.

Cet appareil comprend des cylindres remplis de chlorure de calcium calciné, que traverse successivement l'air venant de la canalisation. A sa sortie de ces réservoirs, l'air est tamisé par un tampon d'ouate qui empêche les poussières de chlorure d'être entraînées.

L'installation est complétée, outre les robinets d'évacuation, par un manomètre et un régulateur de pression.

On s'assure de l'état de siccité de l'air en lui faisant traverser un flacon d'acide sulfurique que l'on pèse avant et après l'expérience.

Le procédé de M. Barbarat a non seulement pour effet de maintenir les câbles dans un parfait état d'isolement, il permet aussi de trouver facilement les piqûres des enveloppes de plomb. Pendant la circulation de l'air, celui-ci s'écoule à travers les fissures avec un fort sifflement qui décèle la présence de la fuite, à laquelle on remédie immédiatement par une soudure de plombier.

Construction des lignes souterraines. — On distingue deux sortes de lignes souterraines :

Les lignes en galerie,

Les lignes en tranchée.

Les lignes en galerie, de beaucoup les plus économiques, sont fatalement limitées aux grandes villes dans lesquelles il existe un réseau d'égouts facilement accessible. Partout ailleurs, on construit les lignes souterraines en tranchée.

Lignes en galerie. — Les lignes en galerie sont construites

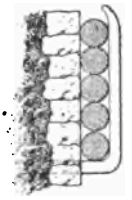


Fig. 282. — Lignes en galerie. — Suspension des câbles.

Fig. 283. — Lignes en galerie. — Suspension des câbles.

Fig. 284. — Lignes en galerie. — Crampon.

avec des câbles sous plomb, ou bien avec des câbles sans revêtement métallique, mais protégés par des boîtes en métal.

Digitized by Google

Dans les égouts de Paris, les câbles sont soutenus, de mètre en mètre, par des supports en fer, scellés dans la maçonnerie. Ces supports (fig. 282 et 283), dont les dimensions varient avec le nombre de câbles à supporter, sont en fer méplat, ou mieux, en fer demi-rond; ils sont scellés à une profondeur de 4 à 7 centimètres.

Lorsqu'il ne s'agit que de câbles de faible diamètre et en petit nombre, on les soutient par des crampons (fig. 284) enfoncés dans la muraille.

Aux points de croisement, on fait parfois usage de longues tiges, recourbées deux fois à angle droit, et scellées au plafond de la voûte (fig. 285).

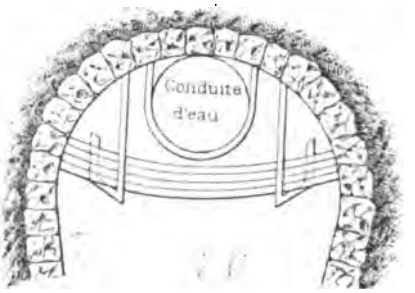


Fig. 285. — Lignes en galerie. — Point de croisement.

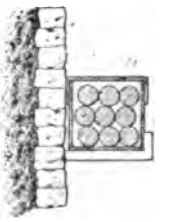


Fig. 286. — Lignes en galerie. Boîte de protection.

Les boîtes qui protègent les câbles sur certains points, comme dans les catacombes de Paris, sont en zinc (fig. 286). Elles sont soutenues par des équerres scellées.

L'alignement que doivent occuper les supports est tracé à la craie et recoupé, de mètre en mètre, par un trait vertical; ces traits indiquent l'emplacement des supports en fer.

Les trous sont successivement percés et les supports mis en place. Le scellement se fait avec du ciment; un gabarit en bois permet de donner exactement la même saillie à tous les supports.

Pendant toutes les opérations en égout, un ouvrier se tient sur la chaussée, à côté d'un regard ouvert, de façon à pouvoir correspondre avec ses camarades; c'est le *garde-plaque*.

Pour le déroulement et le tirage du câble, la bobine est placée à côté de la bouche d'égout située vers le milieu de la section à développer, qui est généralement de 400 mètres. La bobine est montée sur un châssis en fer, garni d'un axe; un ouvrier la fait tourner à la main. Le bout du câble est d'abord engagé dans

Digitized by Google

l'égout et tiré par un ouvrier, vers la gauche, par exemple. Cet ouvrier marche droit devant lui en portant le câble sur son épaule; lorsqu'il a parcouru une douzaine de mètres, un second ouvrier charge également sur son épaule la portion de câble qui descend par la bouche d'égout et marche avec son fardeau à la suite du premier ouvrier. A tous les 12 mètres, un nouveau porteur entre en fonction, jusqu'à ce que 200 mètres soient ainsi déroulés. A ce moment, les 200 mètres de câble sont engagés sur les supports par tous les porteurs à la fois, chacun opérant sur la section de 12 mètres qui lui incombe. Cette opération terminée, l'équipe se réunit au-dessous de la bouche d'égout et le déroulement recommence dans la direction opposée. La bobine a été transportée de l'autre côté du regard et le câble se déroule en double. L'ouvrier qui le reçoit marche à reculons, en maintenant la boucle aussi large que possible, pour ne pas froisser le câble; lorsqu'il a fait 6 mètres en arrière, un autre ouvrier intervient, et ainsi de suite jusqu'à ce que le premier ouvrier ait parcouru 100 mètres à reculons. A ce moment, tout le câble est déroulé et forme une boucle dont les deux brins ont chacun 100 mètres de longueur. Les derniers ouvriers continuant à marcher, la tête de la boucle se déplace, petit à petit, jusqu'à ce que le câble soit complètement étendu sur tout son parcours; on le place alors sur les supports.

Il faut éviter, bien entendu, toute manœuvre de nature à détériorer le câble, boucles, frottement sur le sol ou le long de la muraille, etc. On prendra également soin de ne pas laisser les bobines exposées au soleil.

Une équipe de 20 ouvriers peut poser, en une journée, de 1600 à 2000 mètres de câble à 7 conducteurs.

Aux points de raccordement, il faut laisser chevaucher une petite portion du câble que l'on déroule sur celui qui est déjà mis en place afin de faciliter la confection des soudures.

Lignes en tranchée. — Les lignes en tranchée sont construites en câbles simplement guipés qui, alors, sont enfermés dans des conduites en fonte, ou bien elle sont installées en câbles armés et abandonnées au fond de la tranchée.

Avant l'ouverture de la fouille, on en trace au cordeau la direction et on en indique la largeur; la profondeur à atteindre est de 1 à 1,20 mètre sur une largeur de 60 centimètres.

Les terrassiers sont espacés de 10 en 10 mètres.

La fouille terminée et son fond bien nivelé, les tuyaux y sont descendus. Ce sont des tuyaux en fonte, à emboîtement, de 3 mètres de long. L'un des bouts se termine par une sorte d'en-

Digitized by Google

tonnoir ou de tubulure évasée; c'est le bout femelle; l'autre, le bout mâle, est cylindrique. La partie cylindrique d'un tuyau s'engage dans la tubulure du tuyau suivant. L'orientation des accouplements a lieu dans le sens du tirage des câbles qui, sur la figure 287 est supposé se faire de gauche à droite. De la sorte, le câble pénètre toujours dans le tuyau par la tubulure et ne risque pas de se heurter contre la partie cylindrique, ce qui ne manquerait pas de se produire s'il était engagé à rebours dans la canalisation.

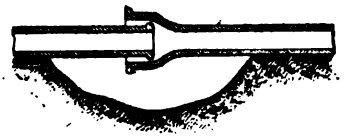


Fig. 287. — Lignes en tranchée. Canalisation en fonte.

Les deux tuyaux étant bien alignés et calés avec de la terre, l'ouvrier engage à l'intérieur un brin de fil de fer ou *aiguille*, de 3 millimètres de diamètre; cette aiguille servira au tirage des câbles.

Pour parfaire l'assemblage des tuyaux, on commence par dégager leur point de jonction, en pratiquant au dessous une excavation qui permettra à l'ouvrier de passer la main tout autour du tuyautage (fig. 287).

Une corde goudronnée assez longue pour faire deux fois le tour du bout sans tubulure du tuyau est enfoncée à force entre les deux tuyaux (fig. 288). On mastique ensuite avec de la terre glaise l'ouverture de la tubulure, en y ménageant un petit entonnoir par lequel on coule du plomb fondu qui doit remplir complètement l'intervalle compris entre la corde et la terre glaise. Dès que le plomb s'est consolidé, c'est-à-dire après une minute environ, la terre glaise est enlevée et le plomb est solidement maté, de façon à former un joint parfaitement étanche.

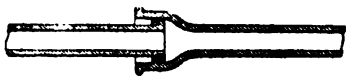


Fig. 288. — Lignes en tranchée. Raccordement des tuyaux.

A tous les 50 mètres environ on place un manchon.

Le manchon est formé par un tuyau de 1 mètre de long, d'un diamètre assez grand pour qu'il puisse glisser sur les tuyaux adjacents; il faut donc qu'il n'existe de tubulure ni d'un côté ni de l'autre du manchon; l'un des tuyaux remplit déjà cette condition, pour l'autre on fait usage d'un tuyau droit, sans tubulure ni à un bout ni à l'autre et qu'on appelle *bout droit;* les bouts droits ont 3 mètres de longueur.

Les manchons ne sont définitivement assemblés qu'après le tirage des câbles qu'ils permettent de surveiller au passage.

Lorsque la direction de la ligne dévie, on fait usage de tuyaux

Digitized by Google

courbes portant, comme les tuyaux rectilignes, un bout mâle et un bout femelle. Ces tuyaux qui correspondent à des angles de 45° et de 22°30′ ont des longueurs de 48 et de 37 centimètres.

Aux points de raccordement des lignes, aux points de soudure des câbles, dans les angles très vifs, on place des *chambres de raccordement*.

Ces chambres sont des sortes de marmites en fonte, de 55 centimètres de diamètre et de 30 centimètres de hauteur. Elles portent un couvercle légèrement bombé que l'on boulonne en interposant une bague de plomb entre le couvercle et la marmite; le joint est rendu parfaitement étanche au moyen d'un mastic appelé *serbat*.

Les chambres sont toutes semblables et ne possèdent pas d'ouvertures pour laisser passer les câbles; ce n'est qu'au moment de la mise en place que l'on pratique, au burin, et suivant l'orientation des tuyaux, les trous dans lesquels les câbles s'engageront. A ces trous on adapte les tubulures dont les joints sont obturés avec du plomb et du serbat.

Dès que la pose d'une section comprise entre deux manchons est terminée, on s'assure qu'elle est parfaitement étanche. A cet effet, on bouche l'un des orifices avec un tampon et on met l'autre en communication avec une pompe à air. On refoule de l'air dans la conduite, à la pression de 1 ou 2 atmosphères, pendant 10 minutes. Si pendant ce temps, l'aiguille du manomètre adapté à la pompe indique une perte, on la recherche immédiatement en vérifiant tous les joints. Les joints défectueux sont réparés ou même complètements refaits, en remplaçant l'anneau de plomb qu'on y a coulé.

L'ouvrier reconnaît les joints fautifs en présentant à chacun d'eux le dos de la main mouillée.

On peut aussi placer sur les joints de l'eau de savon qui donne des bulles lorsqu'il y a une fuite.

Les conduites sont tamponnées aux deux bouts et on procède au remblayage par couches de terre de 10 centimètres, soigneusement tassées.

Avant de commencer le tirage des câbles, qui se fait ordinairement par sections de 400 mètres, on nettoie la canalisation au moyen d'une brosse métallique attachée au fil introduit dans les tuyaux au moment de la pose. A cette brosse, on attache un nouveau fil qui remplace le premier dans la canalisation.

On a imaginé pour le tirage des câbles un certain nombre d'appareils tels que le *soleil*, le *tracteur*, la *poulie d'introduction* avec entonnoir à talc.

Digitized by Google

Pour effectuer le tirage de plusieurs câbles, les bobines à dérouler, dont chacune est placée sur un châssis, sont disposées en arc de cercle en regard de la canalisation et assez loin pour que l'angle que feront les câbles en pénétrant dans les tuyaux soit très ouvert.

A l'autre bout de la section est placé un treuil sur lequel est enroulé un cordage de 500 mètres.

En avant des bobines est le soleil, sorte de châssis en forme d'étoile dont chaque câble traverse une branche entre deux galets.

Le tracteur a pour but de réunir tous les bouts de câble que l'on doit introduire dans les tuyaux et de les fixer solidement à la corde du treuil.

La poulie d'introduction guide le faisceau de câbles et répand sur eux du talc qui facilite le glissement.

Dans le service de Paris, on a renoncé à l'emploi de tous ces instruments, et toutes les opérations se font à la main (1).

La corde du treuil est amenée jusqu'aux bobines au moyen de l'aiguille en fil de fer qui parcourt la canalisation.

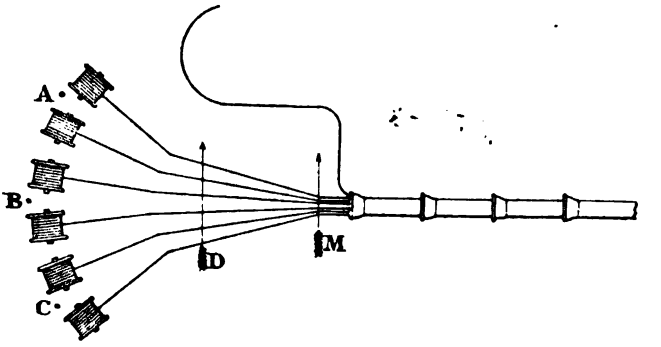


Fig. 289. — Tirage des câbles.

Les bobines sont rangées en demi-cercle à l'extrémité opposée à celle où est le treuil (fig. 289). Des ouvriers A, B, C surveillent le déroulement, à raison de un ouvrier par bobine ou un ouvrier pour deux bobines au plus.

Les bouts des câbles sont attachés à la corde du treuil sur une longueur de 50 à 60 centimètres. Autour des câbles et de la corde, on enroule des chiffons pour former un cône (fig. 290); on

(1) Beau, *Annales télégraphiques*, 1895.

Digitized by Google

serre fortement avec un ruban de toile et on consolide avec du fil à ligatures, très serré et enroulé dans les deux sens.

Dès que l'attache est terminée, on fait signe aux ouvriers chargés de la manœuvre du treuil de le mettre en marche. Pendant que les ouvriers A, B, C font tourner les bobines à la main, un autre ouvrier placé en D rassemble les câbles. L'ouvrier M, accroupi à l'ouverture de la conduite, y engage le faisceau, tandis qu'un premier aide jette du talc sur les câbles et qu'un autre fournit le fil de fer qui sert d'aiguille. A chaque manchon, un homme surveille et dirige les câbles; il les saupoudre de talc, nécessaire au glissement.

Fig. 290. — Mode de liaison des câbles avec la corde du treuil.

Les manchons sont enfin mis en place, assemblés, comme les tuyaux eux-mêmes, par des joints étanches, et on referme la tranchée au-dessus d'eux, tout le reste de la canalisation étant déjà remblayé.

Avant de procéder au remblayage au-dessus des manchons et des chambres, il convient d'en repérer l'emplacement; les bornes kilométriques et l'axe des routes fournissent de bonnes indications.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que le tirage des câbles sur une section rectiligne.

Lorsque la ligne fait des coudes, il faut sectionner le tirage et avoir prévu ce sectionnement au moment de la pose des tuyaux, dont l'orientation a dû être faite en conséquence, pour ne pas venir heurter les bouts mâles pendant l'opération.

Les bobines sont d'abord placées au manchon M et le treuil en A (fig. 291), de façon à tirer la section la plus longue dans le sens de la flèche *f*, soit 200 mètres. Il reste 200 mètres de câble sur chaque bobine; ces 200 mètres sont déroulés et lovés à la main à côté du manchon M, pendant qu'on transporte le treuil au manchon M'.

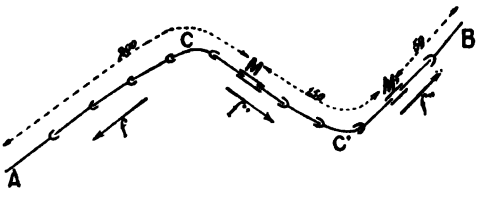


Fig. 291. — Tirage des câbles dans les courbes.

Les bouts libres des câbles sont attachés à la corde du treuil et le tirage a lieu dans la direction de la flèche *f'*, les câbles étant guidés à la main par les ouvriers. En M', il reste encore

Digitized by Google

50 mètres de câbles à introduire dans la canalisation M'B.

Ce câble est lové sur le sol, tandis que le treuil est transporté en B et le tirage se fait comme pour la section MM', dans le sens de la flèche f''.

Câbles armés. — Le déroulement des câbles armés ne présente pas de difficultés. Si la tranchée est complètement dégagée, s'il n'existe pas d'obstacles entre elle et la route, la bobine de câble est installée sur un châssis, dans la voiture qui la transporte, et le déroulement se fait au fur et à mesure que la voiture avance. Si, au contraire, il existe des arbres ou d'autres obstacles entre la fouille et le chemin suivi par les voitures chargées de câble, on procède par stationnement comme pour les canalisations en fonte; la bobine entière est déroulée et le câble déposé à bras au fond de la tranchée.

Soudures. — Les différentes bobines de câbles étant déroulées les unes au bout des autres, il s'agit d'assurer la continuité des conducteurs en les raccordant. C'est une opération délicate qui exige beaucoup de soin et de propreté.

Les procédés ne sont pas les mêmes pour les différents modèles de câbles.

Les soudeurs sont munis de l'outillage suivant :

Un fourneau de plombier;

Une lampe à alcool à jet de flamme;

Une lampe à alcool avec enveloppe cylindrique percée de fenêtres;

Deux fers à polir la gutta (en acier);

Une pince coupante;

Deux pinces plates;

Un couteau;

Des ciseaux courbes;

Des chiffons propres.

Pour souder deux câbles isolés à la gutta-percha, on enlève, sur une longueur de 40 centimètres, l'armature ou le tube de plomb, le revêtement, le guipage commun et le guipage particulier de chaque conducteur.

Les conducteurs qui ne sont plus recouverts que de leur enveloppe de gutta-percha, sont rapprochés de ceux du câble opposé et croisés deux à deux, en prenant soin que les points de croisement ne soient pas en face les uns des autres. Chacun des conducteurs est ensuite rogné à 5 centimètres au-delà du point de croisement et dénudé sur la même longueur. La gutta-percha est enlevée au couteau, en ménageant avec soin les conducteurs que l'on nettoie en les frottant avec le dos du couteau.

Digitized by Google

Les conducteurs sont ensuite divisés en deux groupes qui, suivant le nombre de brins du toron, sont égaux ou diflèrent

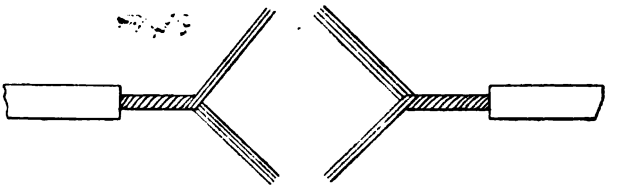


Fig. 292. — Raccordement des câbles isolés à la gutta-percha (1re phase).

d'un brin (fig. 292). Les deux groupes, emboîtés l'un dans l'autre, sont tordus l'un sur l'autre, en *torsade*, comme le montre la

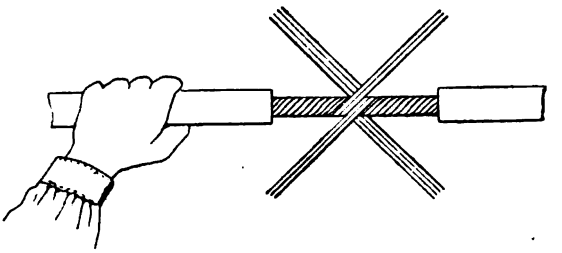


Fig. 293. — Raccordement des câbles isolés à la gutta-percha (2e phase).

figure 293, de façon à obtenir le toron très régulier de la figure 294, toron qui mesure 3 centimètres.

Chacun des conducteurs ainsi raccordés doit avoir exactement la même longueur, de telle sorte que l'ensemble du raccordement ne présente pas de boursouflure.

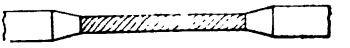


Fig. 294. — Raccordement des câbles isolés à la gutta-percha (3e phase).

De même, les épissures des différents conducteurs doivent être régulièrement espacées et ne pas coïncider, pour éviter une augmentation de diamètre des câbles au point de raccordement.

Les épissures, faites comme nous l'avons indiqué, sont généralement soudées à l'étain.

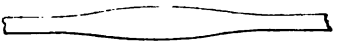


Fig. 295. — Raccordement des câbles isolés à la gutta-percha (4e phase).

Il s'agit maintenant de recouvrir chaque toron formant un conducteur de son diélectrique et de rétablir le revêtement. On emploie pour cela de la gutta-percha en bandes, de la composition Chatterton en bâtons et du ruban tanné.

Digitized by Google

Des deux côtés de l'épissure, on taille la gutta-percha en cône, comme on taillerait un crayon (fig. 294). On chauffe légèrement le conducteur avec la flamme de la lampe à alcool et on l'enduit d'une mince couche de composition Chatterton, en y promenant le bâton chauffé lui-même. La couche isolante est égalisée et polie au fer chaud; 6 à 7 centimètres de ruban de gutta-percha, ramollis à la lampe, sont présentés au soudeur par son aide. Le soudeur pose vivement ce ruban, dans le sens de la longueur, sur le conducteur encore chaud, l'enveloppe complètement, réunit les bords et fait adhérer les extrémités avec les biseaux de la gutta, situés de part et d'autre de l'épissure. Les doigts du soudeur sont humectés de salive pour éviter l'adhérence, et l'opération doit être menée vivement. Les parties de gutta en excès sont enlevées avec les ciseaux courbes, et, toujours avec les doigts mouillés, le soudeur parfait son assemblage, en pétrissant la gutta jusqu'à ce qu'il ait obtenu la forme d'un fuseau très allongé, qui est ensuite égalisé, poli au fer chaud, et dont le diamètre ne doit pas dépasser le double de celui du conducteur. La température du fer est très importante; on l'essaie à la joue, comme on essaie les fers à repasser; il doit produire une impression de chaleur douce et avoir une teinte bleu pâle.

La confection d'une soudure ne demande pas moins d'une heure de travail.

Quand tous les fuseaux de gutta sont refroidis, chacun d'eux est entouré de ruban tanné; puis, réunis ensemble, ils reçoivent deux autres couches du même ruban, disposées en sens inverse, et immobilisées avec du fil à ligatures.

Dans les câbles sous plomb, on ne saurait, sans inconvénient, rétablir à chaud la continuité de la gaine protectrice; on risquerait, en effet, par la chaleur développée, de détériorer la gutta-percha. Avant de raccorder les deux câbles, on a enfilé sur l'un d'eux un manchon de plomb. Le raccordement terminé, on fait glisser ce manchon au-dessus de l'épissure; on le fixe de part et d'autre au moyen de solides ligatures en fil de 1 millimètre; par-dessus ces joints, on enroule du ruban goudronné qu'on assujettit de nouveau avec du fil à ligatures.

Le raccordement des conducteurs est le même pour les câbles armés que pour les câbles sous plomb. Quant à l'armature, voici comment on procède : pour le câble sous plomb, on a enlevé, sur chacun des bouts à raccorder, 40 centimètres de la gaine protectrice; pour le câble armé, on rogne de 40 centimètres sur le bout de gauche tous les fils de rang impair de l'armature, et sur le bout de droite tous les fils de rang pair. Il reste donc, par

Digitized by Google

quantités égales, sur chacun des câbles à relier, des fils longs et d'autres écourtés de 40 centimètres. Les fils longs sont relevés pour ne pas gêner l'ouvrier pendant la confection de l'épissure des conducteurs. La soudure terminée, les fils longs sont rabattus et logés dans les espaces laissés vides par les fils courts, de sorte que tous les fils longs du câble de gauche viennent se placer en regard de tous les fils courts du câble de droite, et réciproquement. Les fils de l'armature, ainsi raccordés, sont maintenus par des ligatures en fil de 2 millimètres; le tout est recouvert de chanvre suiffé ou bitord, assujetti lui-même par une nouvelle ligature.

Le raccordement des câbles Fortin-Hermann se fait à l'aide de manchons en ébonite, spécialement construits pour cet usage.

Le manchon (fig. 296) porte un trou central, pour la circulation de l'air, et sept trous latéraux à travers lesquels passeront les conducteurs à épisser. Ces trous latéraux, pratiqués obliquement dans la matière, sont réunis deux à deux par des gouttières longitudinales qui serviront de logement aux épissures. A chacune de ces extrémités, le manchon est évidé sur une profondeur de 1 centimètre. Les gouttières sont numérotées et permettent de reconnaître facilement les conducteurs qui y sont engagés.

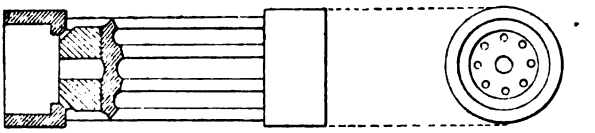


Fig. 296. — Manchon de raccordement pour câble Fortin-Hermann.

Sur chacun des deux câbles à raccorder on enlève de 15 à 20 centimètres de plomb. Les perles sont refoulées à l'intérieur du câble et, au besoin, on en enlève jusqu'à ce que, sur chaque conducteur, il n'en reste plus que deux en dehors de la gaine de plomb; le conducteur plié à angle droit les empêche de s'échapper.

Chacun des conducteurs du premier câble est engagé dans un des trous du manchon en ébonite et, en tirant sur ces conducteurs, on repousse le manchon jusqu'à ce que la gaine de plomb s'engage dans l'excavation et vienne buter contre l'épaulement avoisinant les trous. On procède de la même manière pour le second câble. On fait ensuite les épissures des conducteurs opposés, et ces épissures, bien serrées et bien

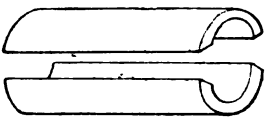


Fig. 297.
Mâchoires de recouvrement.

Digitized by Google

polies à la pince, sont couchées dans les gouttières dont elles ne doivent pas dépasser les bords supérieurs.

Le manchon en ébonite est recouvert par deux surfaces demi-cylindriques, également en ébonite, qui l'emboîtent exactement (fig. 297). Deux bagues de plomb sont glissées de part et d'autre du manchon en ébonite, jusqu'au contact et sont serrées avec un pince de gazier. Par-dessus le tout on glisse un manchon de plomb, préalablement enfilé sur l'un des câbles et on soude à l'étain, à la manière ordinaire. On emploie pour cela la lampe à alcool à jet de flamme et de la stéarine; la

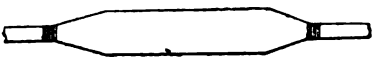


Fig. 298.
Soudure des câbles Fortin-Hermann.

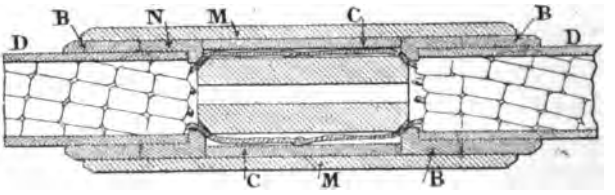


Fig. 299. — Coupe d'un raccordement du câble Fortin-Hermann.

soudure qui présente l'aspect de la figure 298 est égalisée avec un tampon de soie imbibé de suif.

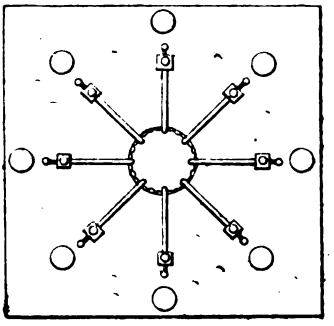


Fig. 300. — Rosace d'une guérite.

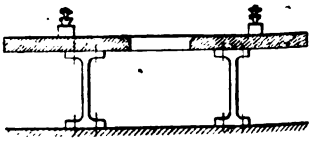


Fig. 301. — Coupe de la rosace.

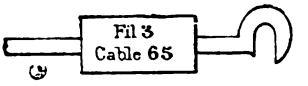


Fig. 302.
Agrafe du conducteur souterrain.

Sur la figure 299, on voit : en DD le câble coupé dans le sens de sa longueur, en BB les bagues de plomb, en N le manchon en ébonite, en CC le couvercle d'ébonite qui protège et isole les épissures des conducteurs, en MM le manchon de plomb.

Digitized by Google

Raccordement des lignes souterraines avec les lignes aériennes. — Le raccordement des lignes souterraines avec les

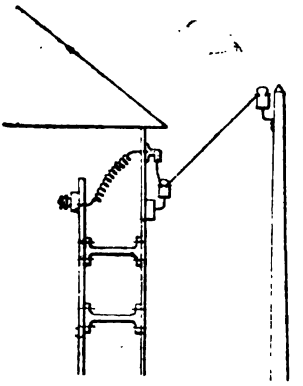


Fig. 303.
Entrée de poste d'une guérite.

Fig. 304.
Agrafe du conducteur aérien.

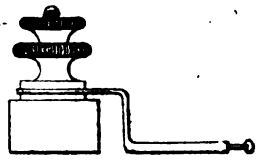


Fig. 305. — Borne à contre-écrou recevant les agrafes.

lignes aériennes se fait dans des *guérites* analogues aux guérites de coupure, ou bien sur des poteaux

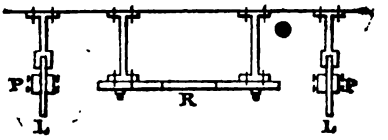


Fig. 306. — Installation des paratonnerres Bertsch.

spéciaux dits *poteaux de raccordement*.

Guérites. — Ce sont des constructions

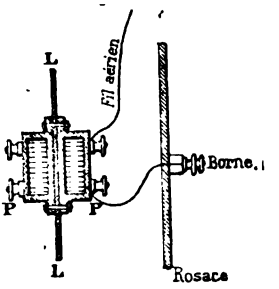


Fig. 307. — Installation des paratonnerres Bertsch.

en bois posées sur des dés en pierre de taille reliés par une assise en maçonnerie.

Sur la paroi du fond, une rosace est

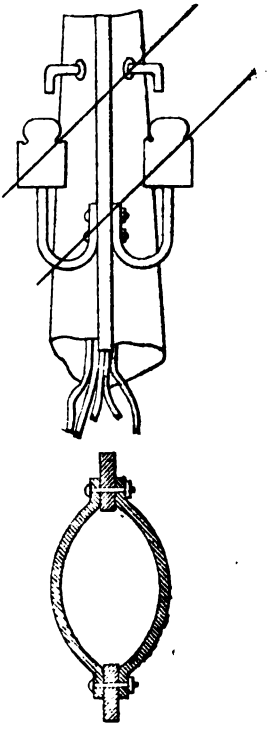


Fig. 308.
Poteau de raccordement.

Digitized by Google

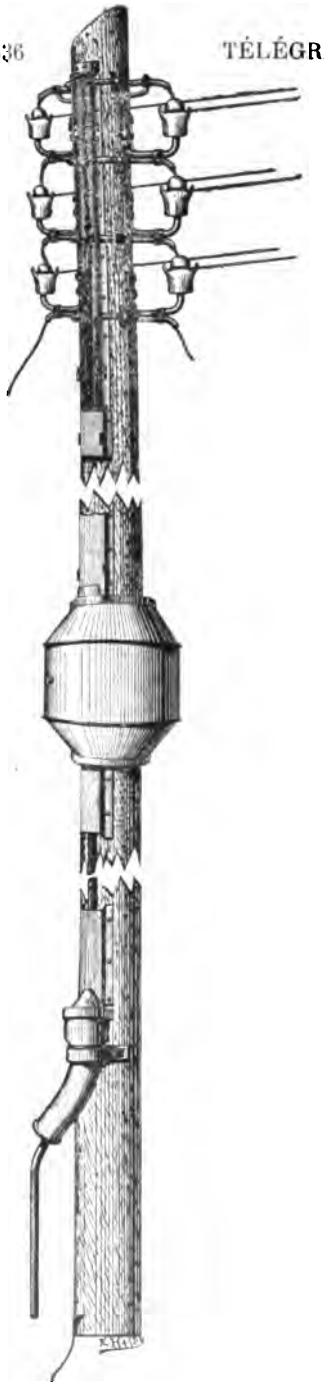


Fig. 309.
Poteau de raccordement Jacot.

fixée par des ferrures d'environ 50 centimètres, qui la maintiennent éloignée de la cloison (fig. 300 et 301).

Les conducteurs souterrains, arrivant par le plancher, sont séparés sur une longueur de 1,20 mètre, traversent la partie centrale évidée de la rosace et se terminent par une agrafe (fig. 302) portant une étiquette en cuivre sur laquelle sont inscrits le numéro du câble et celui du conducteur.

D'autre part, les fils aériens, arrêtés sur le dernier appui, aboutissent à des isolateurs d'entrée de poste, vissés le long d'une traverse fixée à la face extérieure de la paroi qui supporte la rosace (fig. 303). Sur ces conducteurs sont soudés des fils recouverts de gutta-percha qui, traversant des tubes coudés en porcelaine, pénètrent à l'intérieur de la guérite et se terminent par des agrafes en cuivre (fig. 304).

Sur la rosace, des bornes à contre-écrou (fig. 305), disposées sur une circonférence d'environ 1,20 mètre de diamètre, reçoivent les deux agrafes du conducteur souterrain et du conducteur aérien que l'on veut réunir; mais, auparavant, le conducteur aérien a été relié à un paratonnerre destiné à protéger la ligne souterraine.

Les paratonnerres sont montés de chaque côté de la guérite, sur des plaques de tôle, comme le montrent les figures 306 et 307. Ce sont des paratonnerres Bertsch, dont le fil de terre est habituellement soudé à la canalisation en fonte de la ligne souterraine.

Digitized by Google

Poteaux de raccordement. — Les poteaux de raccordement sont des appuis métalliques ou des poteaux en bois de forte taille.

Les poteaux métalliques (fig. 308), plantés dans de la maçonnerie, sont en tôle; les tôles sont boulonnées sur deux nervures en fer méplat qui laissent libre un espace assez considérable à l'intérieur du poteau; tels sont les poteaux Desgoffe et les poteaux en fer zorès.

A la hauteur de la canalisation souterraine, un trou est pratiqué dans la base du poteau.

Quand le poteau n'a pas de disposition spéciale pour recevoir les paratonnerres, on loge ceux-ci dans une boîte étanche et fermant à clé, interposée entre la ligne souterraine et le poteau. Les conducteurs souterrains, ou leurs prolongements en fil recouvert, sont introduits dans le poteau, en ressortent par des tubes en porcelaine recourbés et sont enfin soudés aux fils aériens, arrêtés sur les isolateurs placés immédiatement au-dessous des tubes.

Pour les poteaux en bois, M. Jacot, inspecteur du service de Paris, a imaginé le dispositif suivant :

En sortant de la canalisation en fonte, les câbles montent le long du poteau et sont recouverts par une gaine en tôle, vissée sur le bois du poteau. A hauteur d'homme, se trouve un vaste collier en tôle entourant tout le poteau. C'est une boîte fermant à clé et contenant les paratonnerres Bertsch (fig. 309). De cette boîte partent les nouveaux conducteurs qui se relieront aux fils aériens et qui sont également protégés par une gaine en tôle. Au-dessus de chaque isolateur est placé un tube de fonte qui aboutit à la gaine de tôle et par lequel passe le conducteur venant de la ligne souterraine; il est soudé au fil aérien arrêté sur l'isolateur situé immédiatement au-dessous du tube de fonte par lequel il débouche.

Digitized by Google

CHAPITRE XIII

LIGNES SOUS-MARINES

HISTORIQUE. — CABLES SOUS-MARINS; fabrication, épissures. — POSE DES CABLES SOUS-MARINS; navires télégraphiques, machinerie, engins divers. — IMMERSION DES CABLES SOUS-MARINS. — ESSAIS ÉLECTRIQUES PENDANT LA FABRICATION ET PENDANT LA POSE.

Historique. — Sans nous arrêter aux premières conceptions de la télégraphie sous-marine qui, suivant des auteurs autorisés, remonteraient à 1815, nous ne retiendrons que ce fait capital : le 25 septembre 1851, l'Angleterre fut reliée à la France par un câble à quatre conducteurs. Une entreprise plus audacieuse encore fut menée à bonne fin quelques années plus tard : en 1858, après plusieurs échecs, un câble fut immergé avec succès dans l'Océan entre l'Irlande et Terre-Neuve. Le 5 août la pose était terminée, mais le conducteur ne fonctionna jamais bien régulièrement; il fut interrompu au bout de vingt jours. La possibilité de communiquer télégraphiquement entre l'ancien et le nouveau monde était néanmoins démontrée. Ce n'est cependant qu'en 1866 que les relations télégraphiques entre les deux continents furent pratiquement réalisées et restèrent depuis ininterrompues.

En 1869, la France eut son câble indépendant entre Brest et Saint-Pierre et Miquelon.

Câbles sous-marins. — Les câbles sous-marins se composent :

1° D'une *âme* formée par un conducteur central recouvert d'une enveloppe isolante ou diélectrique ;

2° D'un *revêtement* destiné à séparer l'âme de l'enveloppe extérieure, en même temps qu'à la consolider;

3° D'une *armature* rigide servant à protéger l'âme contre les avaries auxquelles l'exposerait le contact des objets extérieurs, et aussi à donner au câble une résistance mécanique suffisante.

Fabrication. — Le conducteur est formé par un toron, quelquefois de trois fils, mais le plus souvent de sept fils de cuivre tordus ensemble. Lorsque le conducteur est à sept brins, chacun d'eux a habituellement 0,7 millimètre de diamètre et les six

Digitized by Google

brins de la périphérie sont câblés autour du conducteur central.

Ce conducteur est recouvert d'une couche de composition Chatterton qui bouche les interstices et donne de l'adhérence à la gutta-percha qui formera le diélectrique.

Dans la machine affectée à la fabrication du toron, le conducteur central traverse une cuvette remplie de composition Chatterton fondue dont il se recouvre; il monte ensuite jusqu'à une filière où viennent le rejoindre les six fils du pourtour, dont les bobines de déroulement occupent la circonférence d'un disque tournant. A l'intérieur de la filière, et par suite de la rotation du disque, ces fils s'enroulent autour du conducteur central en s'incrustant dans la couche de composition Chatterton qui le recouvre. Les torons ainsi préparés sont enroulés sur des bobines, par bouts de 2 milles marins de longueur.

La composition Chatterton est composée de :

3 parties de gutta-percha,
1 partie de résine,
1 partie de goudron de Stockholm,
} en poids.

Avant d'être appliquée sur le conducteur, la gutta-percha du commerce, bien que choisie avec le plus grand soin, est soumise à une série de manipulations qui ont pour objet d'éliminer ses impuretés.

La gutta-percha est un suc laiteux que l'on obtient en incisant l'écorce de certains arbres de l'Archipel Indien.

A l'air, ce suc se solidifie et devient brunâtre; l'action de l'oxygène de l'air le résinifie et le rend cassant, mais, sous l'eau, il se conserve presque indéfiniment.

Insoluble dans l'eau, l'alcool, les alcalis et les acides étendus, la gutta-percha est très soluble, surtout à chaud, dans l'éther, la benzine, la térébenthine. Sa densité est d'environ 0,981; elle se ramollit vers 37°; entre 50 et 60°, elle devient plastique et fond vers 100°.

Sur la machine qui sert à recouvrir les conducteurs de leur diélectrique, on place habituellement 5 ou 6 torons de fils disposés parallèlement; ils traversent une caisse contenant de la composition Chatterton fluide et en ressortent par une filière qui ne leur laisse emporter qu'une mince couche de Chatterton. Ils arrivent ensuite à un réservoir contenant la gutta-percha et, à leur sortie, des filières calibrent l'épaisseur de la couche isolante.

Les fils ainsi recouverts sont refroidis dans des cuves à eau, à la température de 12 ou 13°, puis, ils sont enroulés sur des tambours, tandis qu'un ouvrier exercé les fait glisser entre ses doigts pour constater qu'il n'existe ni soufflure ni gerçure.

Digitized by Google

Deux autres couches de composition Chatterton et de gutta-percha sont superposées de la même manière, le diamètre des filières étant seul changé dans les machines.

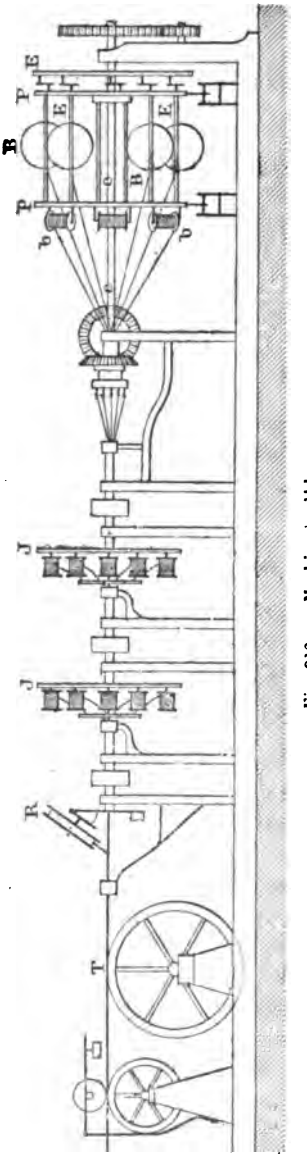


Fig. 310. — Machine à câbler.

Les âmes sont mesurées et pesées; le poids du cuivre étant connu on en déduit celui du diélectrique; on procède ensuite aux essais électriques, puis les bobines sont conservées sous l'eau et à l'abri de la lumière jusqu'à ce qu'on les utilise.

Avant d'armer les âmes de câbles, on les recouvre généralement de deux couches de rubans de chanvre ou de jute, enroulés en hélice et en sens inverse, dans le but d'éviter tout contact entre l'âme et les fils de fer composant l'armature. Il y a quelques années encore, on faisait usage de chanvre et de jute tannés; il a paru préférable depuis d'imprégner le ruban d'ozokérite fondue; cette substance, que l'on appelle aussi *cire fossile*, est de la paraffine à l'état natif.

La machine à enrouler le chanvre ou le jute est analogue à celle qui sert à fabriquer le toron du conducteur : l'âme à recouvrir traverse un axe creux sur lequel est monté un plateau garni d'autant de bobines qu'il y a de fils à enrouler. L'âme est animée d'un mouvement rectiligne horizontal, tandis que l'axe creux et le plateau tournent rapidement autour d'elle; les bobines, en laissant les fils se dérouler, permettent leur enroulement en hélice le long de l'âme. Des guides et un frein complètent l'assemblage.

La seconde couche est enroulée de la même manière, mais en procédant en sens inverse.

Digitized by Google

La figure 310 représente une machine destinée à enrouler les âmes des câbles à plusieurs conducteurs, ainsi qu'à les recouvrir de chanvre et de toile.

L'expérience a conduit à *armer* différemment les câbles des mers profondes et les câbles côtiers ou d'atterrissement; on a même admis un armement intermédiaire entre ces deux types.

L'armement des câbles de haute mer se fait habituellement avec des fils de fer de 2 à 3 millimètres de diamètre, enroulés suivant une hélice à long pas autour de l'âme recouverte de son revêtement de jute.

L'armature des câbles d'atterrissement ou des câbles côtiers se fait avec de gros fils de fer ou bien avec des torons formés de fils de 5 à 6 millimètres de diamètre. On peut encore constituer une double armature en employant du câble de mer profonde, dont on recouvre l'armature d'une couche de chanvre pour appliquer par-dessus une seconde armature plus résistante. On peut également, pour obtenir une grande solidité, faire usage de fils d'acier ou de fils de *fer homogène*, c'est-à-dire de fer légèrement aciéré.

Les fils de fer des armatures sont en fer très doux, bien recuit et galvanisé; ces fils sont préalablemet essayés au point de vue de leur résistance à la traction et à la flexion.

Les machines employées pour armer les câbles sont, en principe, analogues à celles qui servent à recouvrir les âmes de chanvre et de jute. Mais il a fallu éviter ici la torsion des fils de fer pendant leur mouvement de rotation autour du câble: torsion qui n'avait pas d'inconvénient lorsqu'il s'agissait de matières textiles; on y est arrivé en compliquant le mécanisme dont la description ne saurait trouver place dans cet ouvrage élémentaire.

La puissance des machines varie évidemment avec la nature de l'armature à enrouler; ces machines ont des efforts considérables à vaincre et supportent des poids très élevés. Les bobines sont manœuvrées à l'aide d'une grue, lorsqu'il s'agit de les remplacer, et on réunit le fil d'une bobine au fil de la suivante par une soudure faite au moyen d'une forge portative.

Il existe trois types de machines, une pour les câbles de haute-mer, une pour les câbles intermédiaires, une pour les câbles d'atterrissement.

Épissures. — Nous avons dit que les âmes étaient livrées par brins d'environ 2 milles marins.

Pour les relier les unes aux autres et en constituer un conducteur de grande longueur, on fait des *épissures*.

Digitized by Google

On peut procéder comme pour les câbles souterrains, mais on applique de préférence des méthodes spéciales qui ont pour objet de ne pas augmenter le diamètre du conducteur.

L'un des procédés consiste à dénuder les deux bouts des conducteurs à raccorder, à les saisir dans deux étaux convenablement rapprochés, à limer en sifflet les deux bouts et à les étamer. On les rapproche et on les lie fortement avec un mince fil de cuivre; on soude ensuite.

Dans une autre méthode, on taille en biseau chacun des brins des deux torons et on les soude deux à deux, en observant qu'après la soudure tous les fils doivent avoir la même longueur et que les différentes soudures doivent, sans coïncider, être uniformément réparties sur une longueur d'environ 2 centimètres.

On refait ensuite le toron, mais pour que chacun des fils y reprenne sa position naturelle, il faut que l'opération ait été exécutée avec beaucoup de précision.

Les soudures sont faites à l'étain avec de la résine ou de la stéarine.

Le soudeur est toujours accompagné d'un aide, de façon à n'avoir à toucher à aucun objet extérieur pendant son travail.

La soudure de l'enveloppe de gutta-percha se fait comme s'il s'agissait d'un câble souterrain. On dépose autant de couches de gutta, réunies par de la Chatterton, que l'âme elle-même en comporte, seulement, les soudures des rubans de gutta sont inversées, c'est-à-dire que sur la soudure longitudinale de l'un des rubans, on applique la partie médiane du ruban suivant.

S'il s'agit de relier ensemble deux tronçons de câbles armés, deux cas peuvent se présenter :

1° Les armatures des deux câbles sont semblables;

2° Elles sont dissemblables et diffèrent notablement entre elles, comme lorsqu'on réunit un câble de haute mer à un câble côtier.

Dans le premier cas, on emploie des procédés analogues à ceux que nous avons indiqués pour les câbles souterrains armés.

Cependant, en raison des efforts considérables qu'aura à supporter l'épissure, il convient de la consolider.

Ce résultat est obtenu à l'aide de fortes ligatures en fil de fer de 1 millimètre et, pour empêcher le glissement, on fait sortir une ou deux fois les fils de l'armature en dehors de la ligature pour les emprisonner ensuite sous cette dernière. Une couche de bitord fortement serré recouvre l'épissure, en la débordant des deux côtés.

Digitized by Google

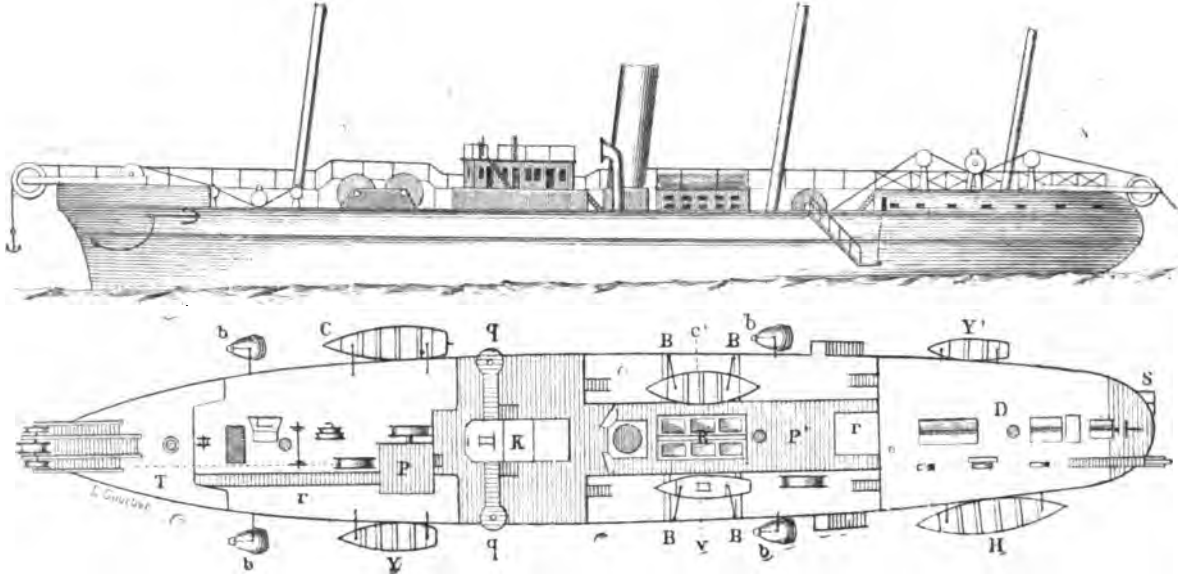


Fig. 311. — Élévation et plan d'un navire affecté à la pose et à la réparation des câbles sous-marins.

Digitized by Google

Dans le cas du raccordement de deux câbles dont les armatures sont dissemblables, on fait une *épissure en queue de rat*. Les fils de l'armature du câble le plus gros sont enroulés autour de l'armature du câble le plus petit, puis fortement ligaturés avec du fil de fer de 1 millimètre. Comme dans le cas précédent, l'épissure est recouverte de bitord.

Au moment de l'immersion de l'épissure, on peut encore la consolider en y plaçant une *bosse*, c'est une forte corde de chanvre, solidement fixée de part et d'autre de l'épissure. Cette corde est plus courte que la portion de câble comprise entre ses deux points d'attache, de sorte qu'elle supporte tout l'effort de traction.

Pose des câbles sous-marins. *Navires télégraphiques*. — La flottille chargée de poser et d'entretenir les lignes sous-marines dans le monde entier se compose aujourd'hui d'une trentaine de navires.

En France, le *François-Arago* et le *Pouyer-Quertier* appartiennent à des compagnies privées.

L'*Ampère* et la *Charente* sont la propriété de l'État.

L'*Ampère* est chargé de l'entretien des câbles de la Manche et des câbles côtiers de l'Océan; il séjourne habituellement au Havre.

La *Charente* est affectée au service de la Méditerranée et mouille à La Seyne, à l'usine même que le gouvernement possède en cet endroit pour la réparation et l'armement des câbles.

L'*Ampère* est un navire déjà ancien, il a été acquis en Angleterre en 1863; avant 1870, il s'appelait le *Dix-Décembre*.

Sa coque est en fer; il mesure 52,40 mètres de longueur, 8 mètres de largeur et 4,93 mètres de creux; son tonnage est de 383 tonneaux; sa vitesse est de 10 nœuds.

La *Charente*, également en fer, affectée depuis 1873 au service des câbles, mesure 65,70 mètres de longueur, 9,50 mètres de largeur et 5,55 mètres de creux; son tonnage est 548 tonneaux; sa vitesse est de 10 à 11 nœuds.

Sans nous attacher à une étude minutieuse des moyens dont disposent ces deux navires, nous examinerons sommairement la machinerie installée sur les navires télégraphiques en général, en vue de l'immersion et du relèvement des câbles.

En premier lieu, le navire contient des cuves étanches (fig. 312) dans lesquelles le câble est emmagasiné et reste sous l'eau, même pendant l'immersion. Ces cuves, formées de fortes tôles, solidement boulonnées, sont des cylindres à base circulaire, quelquefois elliptique.

Digitized by Google

Un tambour en tôle en occupe le centre. Une tuyauterie appropriée permet de les vider et de les remplir facilement. Le câble y est lové à sa sortie de l'usine. Soutenu par un jeu de poulies, il arrive jusqu'à un tambour, muni d'un compteur et actionné par une machine à vapeur. Le câble est rangé dans la cuve par couches horizontales, les spires serrées les unes contre les autres, de la périphérie au centre. Un bout de 50 à 60 mètres est maintenu libre et remonte le long de la paroi verticale pour permettre, en temps utile, l'épissure avec le câble d'une autre cuve. La dernière spire enroulée près du tambour central, on ramène le câble vers la périphérie pour recommencer une seconde couche, et ainsi de suite. Un lait de chaux posé sur chaque couche empêche l'adhérence du revêtement bitumeux avec celui de la couche suivante.

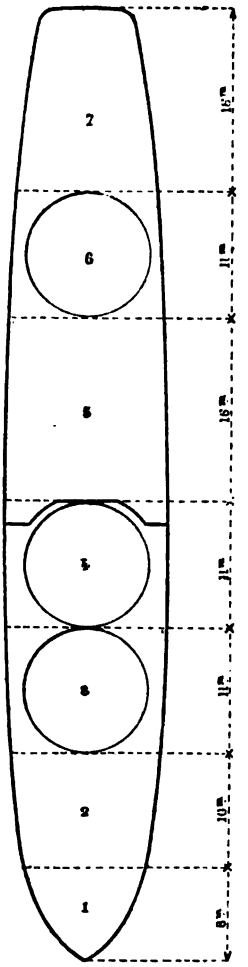


Fig. 312. — Cuves étanches.

La cuve est remplie d'eau petit à petit, de façon à baigner toujours la dernière couche posée.

Machinerie. — La machinerie comprend habituellement une machine pour l'immersion et une autre, indépendante, pour le relèvement. Chacune de ces machines est constituée par un tambour et des freins, et complétée par des appareils de retenue, un dynamomètre et une roue d'immersion.

La roue d'immersion est supportée par une plate-forme installée tout à l'arrière du navire et surplombant la mer (fig. 311 et 313); cette roue porte une gorge profonde dans laquelle le câble est engagé; un couvercle mobile empêche le câble de s'échapper. Sur les bords de la plate-forme sont fixés, d'espace en espace, de forts anneaux en fer auxquels sont attachées des cordes doubles en chanvre; on les enroule autour du câble lorsqu'il est nécessaire de l'empêcher de glisser; la traction du câble suspendu dans l'eau ne s'exerce plus alors sur la partie restée à bord; on dit que le câble est *bossé*.

Digitized by Google

Les dynamomètres affectent diverses formes : en général l'appareil est placé à égale distance de deux poulies-guides; il est pourvu d'une poulie sous laquelle passe le câble; plus la tension du câble est faible, plus le poids de la poulie le fait fléchir; mais, à mesure que sa tension augmente, il tire sur la poulie qui remonte en bandant un ressort; on conçoit qu'on puisse, au moyen d'une aiguille mobile sur une règle ou sur un cadran, gradués expérimentalement, évaluer l'effort que le câble exerce sur la poulie.

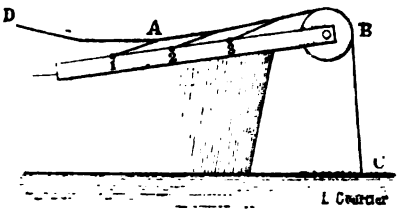


Fig. 313. — Roue d'immersion.

Sur un bâti S (fig. 314) sont montées quatre colonnes C, C en acier forgé. A la partie supérieure, ces quatre colonnes sont assemblées par une plaque D; elles sont également unies par une plate-forme P'. La pièce P qui supporte l'axe de la poulie Q, dans la gorge de laquelle s'engage le câble, est montée à glissière sur les quatre colonnes C, C; elle est liée à un ressort R comprimé par le poids du plateau P et de la poulie Q. Le plateau P commande une aiguille qui se meut sur un cadran gradué. Le câble engagé sous la poulie Q a pour effet de soulever le plateau P et ce mouvement de bas en haut, dont l'étendue dépend de la tension du câble, est accusé par le déplacement de l'aiguille sur le cadran.

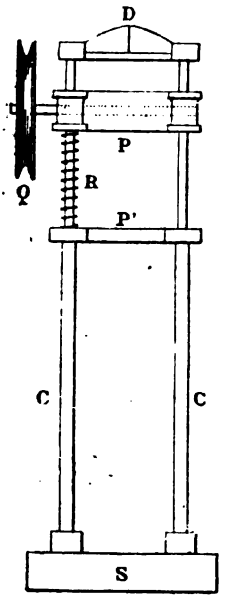


Fig. 314. — Dynamomètre.

Le dynamomètre destiné à l'immersion est placé à l'arrière du navire.

L'appareil de retenue est représenté en H sur la figure 315; on l'appelle *holding-back*. Il est formé par deux rangées de pièces demi-circulaires en fonte, solidement montées sur un bâti. L'une des rangées, composée de trois pièces, est fixe; les deux pièces de la seconde rangée correspondent aux intervalles qui existent entre les pièces de la première et sont mobiles. On peut les déplacer au moyen d'un jeu d'engrenages et resserrer ou élargir le chemin sinueux formé par l'ensemble de ces organes, chemin que doit parcourir le câble avant

Digitized by Google

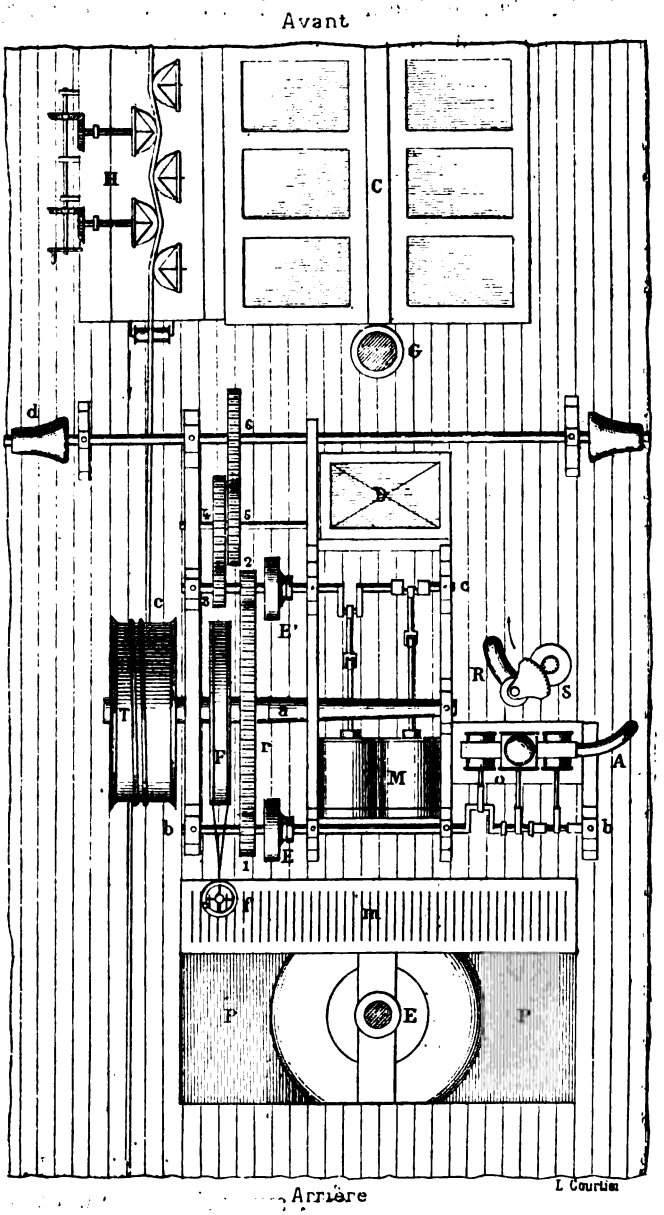


Fig. 315. — Machine d'immersion.

Digitized by Google

son entrée dans la machine d'immersion. En avant et en arrière du holding-back sont des rouleaux-guides qui facilitent le glissement.

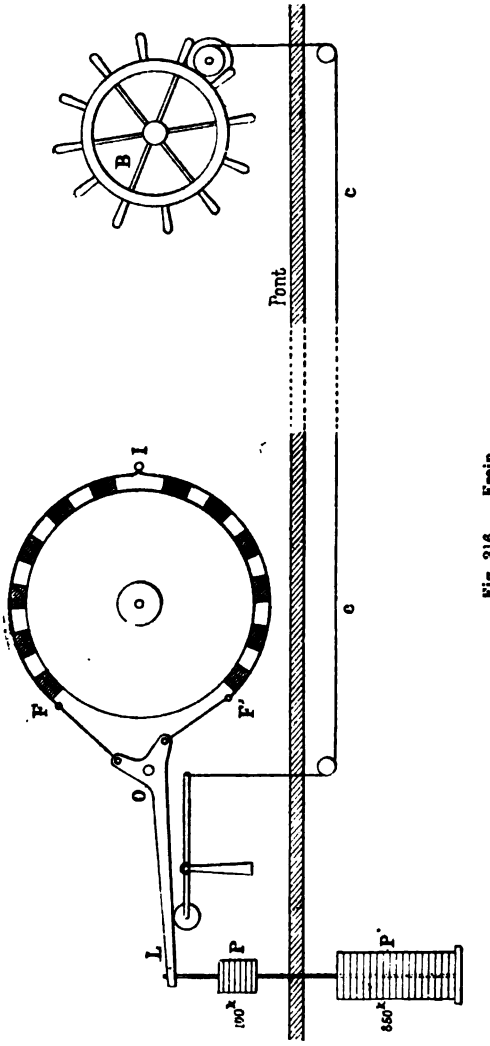


Fig. 316. — Frein.

Nous prendrons comme type de machine d'immersion, celle de la Charente, installée tout récemment sous la direction de M. Morris (1).

Les pistons M du moteur (fig. 315) agissent par des bielles sur l'axe *cc*; celui-ci, par le pignon 2 engrène la roue dentée *r*, calée sur l'axe *a*. Le même axe *a* porte à son extrémité le tambour en tôle T sur lequel le câble est enroulé deux ou trois fois. Le tambour a environ 2 mètres de diamètre; son pourtour représente une gorge plate d'environ 40 centimètres de large, garnie de deux rebords en saillie. Des pièces en acier rangent le câble sur le tambour au fur et à mesure de son passage.

Un compteur de tours est adapté à l'axe.

Le disque F, monté sur le même axe que le tambour, supporte le frein dont nous parlerons tout à l'heure.

L'arbre *cc* porte un second pignon 3 qui, par un arbre inter-

(1) Morris, *Annales télégraphiques*, 1895.

Digitized by Google

médiaire garni des roues 4 et 5, communique le mouvement à la roue 6 et à l'arbre *d*.

L'arbre *d* avec ses poupées aux deux extrémités forme ainsi un treuil à vapeur.

Par le pignon 1, la roue *r* communique également le mouvement à l'arbre *bb* d'un frein hydraulique O. Les embrayeurs E, E' permettent d'établir à volonté la liaison d'une part entre le moteur et l'arbre *a*, d'autre part entre l'arbre *a* et le frein hydraulique O.

Ce frein est à trois corps de pompe; il aspire l'eau par le tuyau A et la refoule par le tuyau R. Les conduits A et R ont la même section, mais R est garni d'un robinet-vanne qui permet de rétrécir l'orifice d'écoulement. Ce robinet est manœuvré par un volant S dont l'axe porte une roue dentée engrenant avec un secteur également denté qui fait corps avec l'axe du robinet.

Lorsque le robinet du tuyau R est en partie fermé, l'eau aspirée par A ne trouvant plus son écoulement normal oppose à la marche des pistons une résistance d'autant plus forte que la section de R est plus réduite; de là un ralentissement dans le mouvement du tambour et dans le déroulement du câble.

Le frein F est un frein à rubans dont la figure 316 représente schématiquement la disposition.

Sur deux lames d'acier, minces et flexibles, sont rivées des traverses de bois qui s'appliquent sur le pourtour du disque monté sur l'arbre du tambour de la machine d'immersion. Les bouts F, F' des ressorts d'acier sont attachés à un long levier L qui pivote autour du point O et qui supporte les poids variables P, P'. Au-dessous du levier L se trouve une sorte de balancier auquel est attachée la chaîne *cc*, manœuvrée par une roue de gouvernail B. Il est facile de voir qu'en abaissant ou en élevant le levier L on serre ou on desserre les ressorts F, F' et que la pression des sabots en bois contre le disque varie en conséquence. L'homme qui manœuvre la roue B observe le dynamomètre et agit dans un sens ou dans l'autre, suivant les indications fournies par cet instrument.

On évite l'échauffement en faisant baigner la partie inférieure du disque dans une caisse remplie d'eau froide.

Le frein à ruban installé sur la Charente et que l'on voit en F sur la figure 315 est manœuvré par le volant *f*.

La machine de relèvement, placée à l'avant du navire, comprend des organes analogues à ceux de la machine d'immersion. Elle possède deux tambours T, T (fig. 317) dont l'un sert à manœuvrer les filins des bouées, des grappins, des dragues et

Digitized by Google

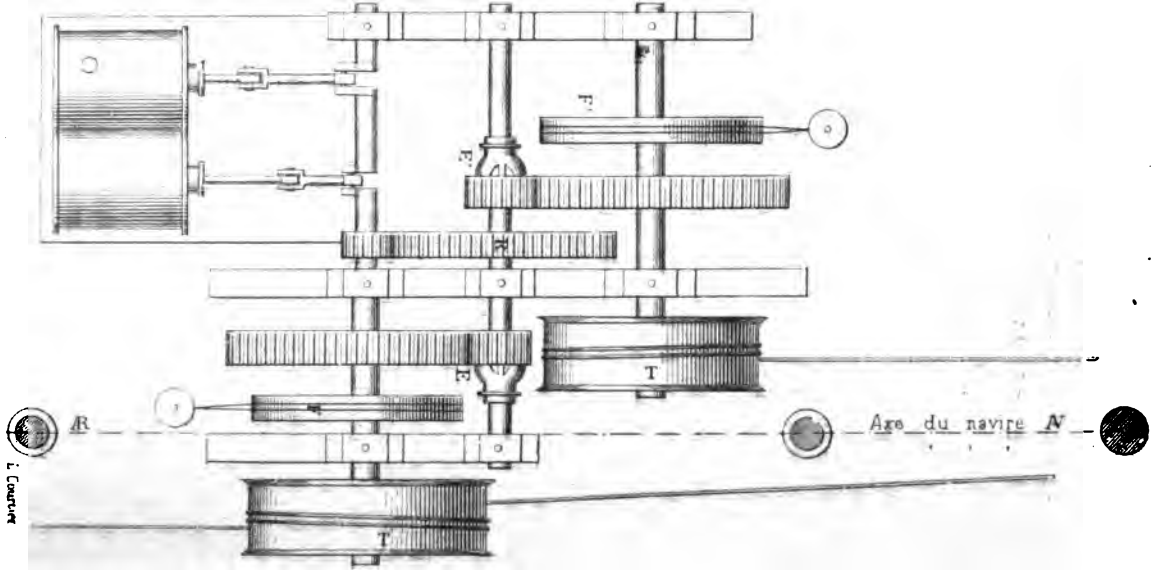


Fig. 317. — Machine de relèvement.

Digitized by Google

autres engins, et l'autre est affecté au relèvement du câble. Chacun des tambours est pourvu d'un frein à rubans F, F'. Les embrayeurs E, E' permettent de mettre la roue motrice R en relation avec l'un ou avec l'autre des deux tambours.

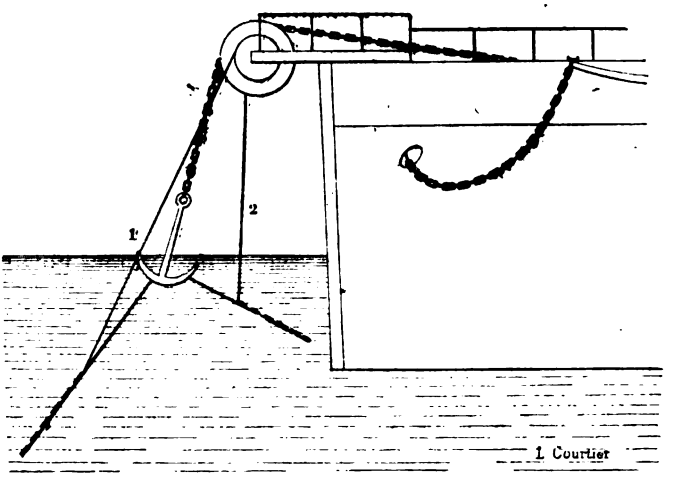


Fig. 318. — Roue de relèvement.

Un dynamomètre analogue à celui dont nous avons parlé précédemment, est placé à l'avant ainsi que les poulies de renvoi. L'installation se termine enfin par la roue de relèvement (fig. 318) disposée d'une manière analogue à la roue d'immersion.

Engins divers. — L'outillage, à bord, doit comprendre tous les engins nécessaires pour retrouver les câbles, les saisir et les remonter, enfin, indiquer leur emplacement. Tels sont les *dragues*, les *grappins*, les *champignons* et les *bouées*.

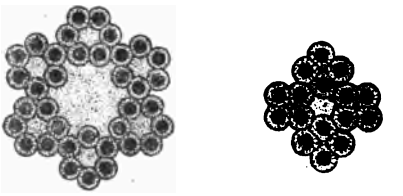


Fig. 319, 320. — Cordages.

Les cordages à l'aide desquels on manœuvre ces puissants engins sont composés de brins de fil d'acier de 2,5 millimètres de diamètre entourés de cordelettes en chanvre de manille goudronné (fig. 319 et 320). On assemble ces torons par 3, 4, 5 ou 6, et les différents brins ainsi cordés sont eux-mêmes réunis pour former un câble dont le diamètre atteint souvent 35 millimètres. Ces cordages

Digitized by Google

sont fractionnés en longueurs bien définies que l'on réunit par des émerillons (fig. 321).

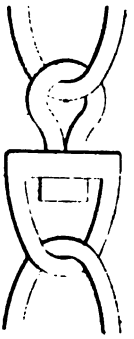


Fig. 321. Émerillon.

On fait aussi usage de cordes uniquemcnt en chanvre ou de chaînes en fer à fortes mailles.

Les grappins ont de 3 à 6 branches; ils pèsent de 50 à 250 kilogrammes. Parfois, leurs branches sont arrondies (fig. 322); d'autres fois, elles font, avec la tige centrale, des angles aigus dans lesquels le câble dragué s'engage avec force et est plus facilement retenu (fig. 323).

Les champignons (fig. 324 et 325) sont destinés à mouiller les bouées; ce sont des tiges verticales, terminées par des calottes sphériques qui, en s'enfonçant dans la vase, y deviennent plus adhérentes que ne le seraient les grappins; c'est, en quelque sorte, un système d'ancrage pour les bouées.

Leur poids varie entre 50 et 250 kilogrammes.

Les bouées sont destinées à repèrer certains points du parcours

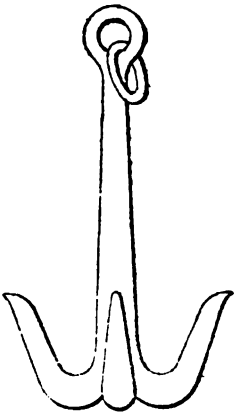


Fig. 322. — Grappin.

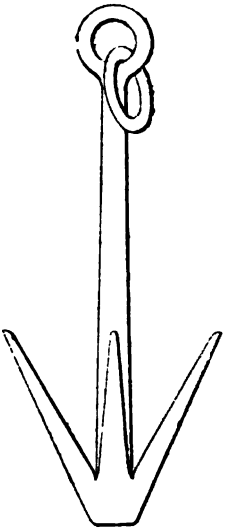


Fig. 323. — Grappin.

des lignes sous-marines ou bien à indiquer l'emplacement des câbles que l'on a été obligé d'abandonner en mer et qu'on se propose de relever plus tard. Suivant leur importance et leurs dimensions, elles sont en liège, en tôle ou en bois. Elles affectent

Digitized by Google

la forme d'un œuf, d'une poire; d'autres fois, ce sont deux cônes assemblés par leur base, ou bien un baril plus ou moins gros, lesté à sa base.

Les grandes bouées sont en tôle d'acier de 4 millimètres d'épaisseur, galvanisée sur les deux faces et boulonnée sur une membrure en fer cornière; ces bouées sont garnies d'un couvercle boulonné qui masque un trou d'homme permettant de visiter, de vider ou de réparer l'intérieur. Ces bouées sont habituellement, sur les navires, suspendues à des porte-manteaux, comme les embarcations; elles pèsent près de 1100 kilogrammes;

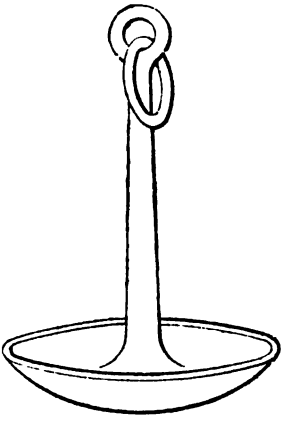


Fig. 324. — Champignon.

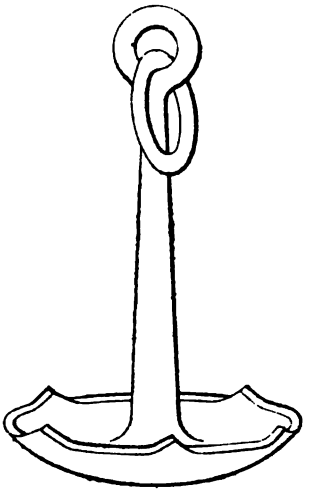


Fig. 325. — Champignon.

leur grand diamètre est d'au moins 2 mètres, et leur hauteur de 2,30 mètres.

La figure 326 montre une bouée en bois de 1,06 mètre de diamètre et de 1,08 mètre de hauteur; elle porte à sa partie inférieure un contre-poids, et à son sommet un pavillon visible à 2 ou 3 milles en mer. Elle pèse 112 kilogrammes.

Immersion des câbles sous-marins. — Le tracé idéal des lignes sous-marines est la ligne droite qui réunit les deux points d'atterrissement, choisis généralement dans des baies bien abritées.

Cependant, la nature des fonds peut amener à s'éloigner, sur certains points de la voie la plus directe; la connaissance des fonds et de la profondeur des eaux est donc d'une importance capitale.

Digitized by Google

C'est à l'aide de sondages répétés que l'on arrive à déterminer le tracé exact de la ligne d'immersion. A défaut d'instruments spéciaux, les sondages s'opèrent à l'aide de masses de plomb en forme d'olive. La partie supérieure porte un œillet auquel on attache la *ligne*, longue corde de chanvre divisée en brasses. La partie inférieure du plomb de sonde est aplatie et évidée; l'évidement est garni de suif, ce qui permet de rapporter des échantillons du fond quand on relève la sonde.

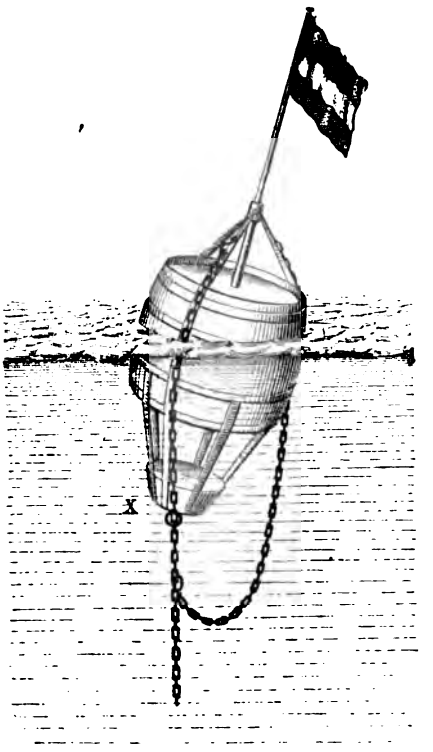


Fig. 326. — Bouée.

Pour opérer un sondage, on arrête le navire et un homme laisse filer la ligne entre ses doigts jusqu'à ce que le plomb touche le fond. A ce moment, l'opérateur éprouve une sensation à laquelle il ne peut se tromper; il ne reste plus qu'à mesurer la ligne immergée en la relevant.

Sur le rivage, au point de départ de la ligne sous-marine, on construit une guérite montée sur une embase en maçonnerie et édifiée elle-même en maçonnerie ou bien en planches. Cette guérite servira à abriter les instruments de mesure et le personnel préposé aux essais électriques pendant la pose; elle servira aussi à protéger le point de raccordement du câble avec la ligne souterraine ou aérienne aboutissant au bureau télégraphique le plus voisin.

A partir de la guérite, on creuse dans la direction de la mer une tranchée d'au moins 1 mètre de profondeur; on la prolonge jusqu'au niveau des plus basses eaux, et au delà, s'il est possible.

Le navire porteur du câble vient mouiller le plus près possible du rivage, l'arrière tourné du côté de la terre. Si les circonstances et l'outillage du navire s'y prêtent, le moyen le plus

Digitized by Google

simple de poser le câble d'atterrissement est le suivant : Une forte corde de chanvre dont l'extrémité reste fixée à bord, est conduite à terre par une embarcation. Sur le rivage, deux poulies horizontales distantes de 2 ou 300 mètres sont très solidement installées; la corde est engagée dans les gorges de ces deux poulies et est ramenée à bord à l'avant du navire. Le câble d'atterrissement est attaché au bout de la corde qui n'a pas quitté le navire, et est déroulé par la machine d'immersion; l'extrémité de la corde ramenée au navire est montée sur la machine de relèvement ou sur un treuil à vapeur, de sorte que le câble se déroule par l'arrière, tandis que la corde de retour qui l'entraîne dans la direction de la guérite s'enroule par l'avant. Afin d'éviter le frottement du câble sur le fond de la mer pendant le déroulement, on l'allège, d'espace en espace, au moyen de barriques vides attachées par des cordages que l'on coupe ensuite pour laisser le câble couler à fond.

Si ce moyen n'est pas praticable, on en est réduit à lover le câble sur des radeaux que l'on fait remorquer par une embarcation. Une corde est préalablement tendue entre le navire et la terre, et c'est en s'appuyant sur cette corde que le remorqueur, en se hâlant à bras d'hommes, se dirige vers le rivage. Les hommes montés sur le radeau remorqué déroulent le câble à la main, la vitesse de déroulement étant réglée par un frein improvisé.

La pose du câble d'atterrissement terminée, on remblaie la tranchée, d'abord avec du sable fin, puis avec des galets et des pierres.

L'épissure du câble d'atterrissement avec le câble intermédiaire ou avec le câble de mer profonde est effectuée par les procédés que nous avons fait connaître.

Cette opération terminée, l'immersion commence. Elle se continue en laissant au câble le mou nécessaire, établi d'après des tables spéciales, calculées à l'avance, suivant les profondeurs, et d'après la vitesse du navire, vitesse comprise entre 6 et 8 nœuds à l'heure. Pendant la durée de l'immersion, le câble est continuellement soumis à des essais électriques.

L'atterrissement, au point d'arrivée, se fait dans les mêmes conditions qu'au départ; cependant, il arrive parfois que le câble d'atterrissement au point d'arrivée a été posé le premier et que le navire est revenu sur lest, en faisant des sondages le long du parcours, pour prendre son chargement de câble de haute mer et procéder à l'atterrissement au départ. Dans ce cas, le câble côtier du point d'arrivée a été abandonné en mer, amarré à une

Digitized by Google

bouée. Le navire, après avoir immergé toute la ligne, accoste cette bouée, relève le bout du câble côtier, établit l'épissure et abandonne le tout à la mer.

Il ne nous a pas été possible d'indiquer ici toutes les manœuvres et surtout toutes les précautions que nécessitent les opérations multiples auxquelles donnent lieu l'immersion et le relèvement des câbles sous-marins; nous avons voulu seulement donner une idée générale des grands travaux relatifs à leur fabrication et à leur pose.

Pour plus de détails, nous renvoyons le lecteur à l'excellent *Traité de Télégraphie sous-marine* de M. Wunschendorff, qui nous a souvent servi de guide au cours de ce chapitre.

Essais électriques pendant la fabrication et pendant la pose. — Les câbles sous-marins, tant pendant leur fabrication que pendant leur pose, sont soumis sans interruption à des essais électriques permettant de constater qu'ils n'ont pas subi d'avaries et qu'ils remplissent les conditions stipulées aux cahiers des charges.

Ces conditions varient évidemment pour les différents câbles et si nous nous en tenons aux câbles qui relient la France à l'Algérie, nous pouvons dire que ce type qui se rapporte à des câbles ayant 5 à 600 milles marins de longueur, a la spécification suivante :

Conducteur : toron de 7 fils de 0,7 millimètre de diamètre;

Poids du conducteur : 48 kilogrammes par mille marin;

Poids du diélectrique : 63 kilogrammes par mille marin;

Résistance maximum : 12 ohms par mille marin, à la température de + 24° centigrades.

Capacité maximum : 0,36 microfarad par mille marin.

L'isolement, mesuré avec une pile d'au moins 100 volts, doit être compris entre 300 et 1500 megohms, à la température de 24° et après une électrisation de deux minutes.

Les mesures d'isolement, de résistance et de capacité des âmes se font sur des brins de 2 milles marins, enroulés sur des bobines qui sont plongées dans une cuve à eau maintenue à 24° centigrades et après un séjour de vingt-quatre heures dans ce bain.

Les âmes reconnues bonnes peuvent être, après ces essais, recouvertes de leur matelassure de chanvre ou de jute et de leur armature.

Pendant l'immersion, il y a lieu de s'assurer constamment de l'isolement et de la continuité du conducteur. Pour cela, il faut posséder à bord une installation électrique bien agencée comprenant des piles, des galvanomètres, des condensateurs, des

Digitized by Google

caisses de résistance, des clés, des appareils de transmission, etc. Sur le rivage, dans la guérite d'atterrissement, on organise également un dispositif d'essai.

Voici, d'une manière générale, comment on procède :

Le courant de la pile placée sur le navire chargé de la pose est envoyé en permanence dans l'âme du câble à travers un galvanomètre.

Au point d'atterrissement, le câble est isolé, mais il est relié au contact de travail d'une clé simple.

Le ressort de cette clé peut rester isolé ou bien être porté soit sur son contact de travail relié au câble, soit sur son contact de repos réuni à un galvanomètre à la terre d'autre part. Le ressort de la clé communique avec l'armature d'un condensateur dont la seconde armature est en relation avec le galvanomètre, dans les mêmes conditions que le plot de repos.

Toutes les cinq minutes, le ressort de la clé est mis en contact avec le plot de travail, le condensateur se charge; on le décharge après chaque observation en mettant le ressort de la clé en contact avec son plot de repos.

Si le câble est en bon état, la charge du condensateur reste la même dans chacune des expériences et le galvanomètre accuse la même élongation.

S'il y a rupture, le galvanomètre cessera de dévier au moment où on abaissera la clé; s'il y a simplement défaut, la déviation sera moins forte que lorsque le câble était en bon état.

A bord, le galvanomètre intercalé dans le circuit de la pile fournira des indications analogues.

Le sens du courant est changé périodiquement, à des intervalles convenus à l'avance, par exemple, d'heure en heure. Il faudra également prévoir les moments où l'on devra correspondre avec la terre. Pour les cas imprévus, il est entendu que les appels provenant du rivage consisteront en manœuvres répétées de la clé qui se traduiront sur le navire par les oscillations du galvanomètre. Les appels venant du navire consisteront à renverser le sens du courant, ce qui changera le sens de la déviation du galvanomètre installé dans la guérite d'atterrissement.

Digitized by Google

CHAPITRE XIV

ESSAIS ÉLECTRIQUES ET MESURES USUELLES

UTILITÉ DES ESSAIS ET DES MESURES ÉLECTRIQUES. — UNITÉS DE MESURES. — LOIS FONDAMENTALES, loi d'Ohm, loi des courants dérivés. — APPAREILS DE MESURE. — GALVANOMÈTRES, boussole des sinus, boussole des tangentes, galvanomètres périodiques, apériodiques, galvanomètre à aiguilles astatiques, galvanomètres à miroir, galvanomètre Thomson, galvanomètre Deprez d'Arsonval, voltmètres, ampèremètres, milliampèremètres. — SHUNTS. — CAISSES DE RÉSISTANCES. — PONT DE WHEATSTONE. — CONDENSATEURS. — CLÉS et COMMUTATEURS. — PILE ÉTALON. — INSTALLATION ET RÉGLAGE D'UN GALVANOMÈTRE THOMSON, constante et formule de mérite. — MESURES ÉLECTRIQUES. — MESURE DES RÉSISTANCES. — RÉSISTANCE D'UNE BOBINE OU D'UN CONDUCTEUR, méthode du pont de Wheatstone, méthode de substitution. — ESSAIS PÉRIODIQUES. — MESURE DE LA RÉSISTANCE INTÉRIEURE D'UNE PILE, méthode de la demi-déviation. — MESURE DE LA FORCE ÉLECTROMOTRICE, méthode du condensateur. — MESURE DE LA RÉSISTANCE DES TERRES, méthode du pont de Wheatstone. — MESURE DES CONDUCTEURS AÉRIENS. — MESURE DES CONDUCTEURS SOUTERRAINS, essai de la capacité, mesure de la perte de charge, essai d'une soudure.

Utilité des essais et des mesures électriques. — La régularité du fonctionnement d'un circuit télégraphique, composé d'une source d'électricité, d'une ligne télégraphique, d'un appareil récepteur et complété par la terre, dépend de l'état plus ou moins parfait de ces différents éléments.

De la valeur de la force électro-motrice et de celle de la résistance intérieure de la source d'électricité résulte l'intensité du courant fourni.

La résistance et l'isolement de la ligne télégraphique, sa capacité, les phénomènes d'induction dont elle est le siège, tant par elle-même (self-induction) que par le voisinage des conducteurs voisins (induction mutuelle), sont de nature, par leurs variations, à modifier l'intensité et, par suite, les effets des courants qui la traversent.

La résistance des récepteurs et celle de la terre qui complète le circuit ont des influences analogues.

Il convient donc, dans une bonne exploitation, de connaître la valeur normale des divers éléments que nous venons d'envisager, d'étudier leurs variations et de constater périodiquement leur état, dans le but de rassembler des documents précis qui permettront de rechercher avec méthode et de découvrir plus

Digitized by Google

rapidement les dérangements accidentels que, malgré les précautions les plus minutieuses, on est impuissant à empêcher.

C'est au moyen d'essais et de mesures que l'on arrive à ce résultat. Nous ne nous occuperons ici que des mesures d'un usage courant.

Unités de mesures. — Les unités pratiques employées pour les mesures électriques sont :

L'*ohm*, unité de résistance; c'est la résistance d'une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section et de 1063 millimètres de longueur, à la température de la glace fondante (0° centigrade).

Pour les résistances considérables, on compte par *megohms*. Le megohm est égal à un million d'ohms. On représente souvent l'ohm par la lettre grecque oméga minuscule ω, et le megohm par oméga majuscule Ω.

Le *volt*, unité de force électromotrice; c'est à peu près la force électromotrice d'un élément de pile Daniell. Plus exactement, la force électromotrice d'un élément Daniell est de 1,079 volt ou, inversement, le volt est égal aux 9268 dix-millièmes de la force électromotrice d'un élément Daniell.

L'*ampère*, unité d'intensité : c'est l'intensité d'un courant produit par une force électromotrice de 1 volt à travers une résistance de 1 ohm.

En télégraphie, on compte souvent par *milliampères*, millième partie d'un ampère; ce sont des courants de cet ordre qui actionnent les récepteurs télégraphiques.

Le *coulomb*, unité de quantité : c'est la quantité d'électricité qui traverse un conducteur pendant une seconde avec une intensité d'un ampère.

Le *farad*, unité de capacité : c'est la capacité d'un condensateur qui, chargé sous une force électromotrice d'un volt, contient un coulomb. Le farad est une unité beaucoup trop grande pour la pratique; on lui substitue habituellement le *microfarad* ou millionième partie du farad. On représente le microfarad par la lettre grecque φ; il équivaut à peu près à la capacité de 5556 mètres de câble (3 milles marins).

Lois fondamentales. *Loi d'Ohm.* — Les unités d'intensité, de force électromotrice et de résistance sont liées par une relation très simple : l'intensité est égale au quotient de la division de la force électromotrice par la résistance ou :

$$\text{intensité} = \frac{\text{force électromotrice}}{\text{résistance}}$$

Digitized by Google

$$\text{ampère} = \frac{\text{volt}}{\text{ohm}}$$

$$I = \frac{E}{R}$$

Loi des courants dérivés. — Définitions : Si, entre deux points A et B d'un conducteur, on installe un ou plusieurs autres conducteurs de résistances inférieures, égales ou supérieures à la portion déjà comprise entre A et B, on établit des *dérivations* ou des *circuits dérivés*.

La conductance est l'inverse de la résistance; elle a pour expression $\frac{1}{R}$.

Loi : La conductance $\frac{1}{R}$ d'un conducteur équivalent à un nombre quelconque de circuits dérivés est égale à la somme des conductances $\frac{1}{r}, \frac{1}{r'}$ ..... de ces circuits.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r'} + \frac{1}{r''} \ldots\ldots + \frac{1}{r^n}$$

Lorsque les circuits dérivés sont au nombre de deux, on a :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r'} = \frac{r + r'}{r \times r'}$$

d'où

$$R = \frac{r \times r'}{r + r'}$$

C'est-à-dire qu'on peut substituer aux conducteurs de résistance r et r', intercalés entre A et B, un conducteur de résistance R, sans changer le régime du courant, la valeur de R étant le produit des résistances r et r' divisé par leur somme.

La somme des intensités i et i' des courants qui circulent dans les deux fils de dérivation ayant des résistances r et r' est égale à l'intensité I du courant qui circule dans le reste du circuit.

$$I = i + i'$$

La force électromotrice e restant constante, on a :

$$e = ir$$

$$e = i'r'$$

Digitized by Google

$$ir = i'r' \text{ ou } \frac{i}{r'} = \frac{i'}{r} = \frac{i+i'}{r+r'} = \frac{I}{r+r'}$$

De $\frac{i}{r'} = \frac{I}{r+r'}$, on tire $i = \frac{Ir'}{r+r'}$

et de $\frac{i'}{r} = \frac{I}{r+r'}$, on tire $i' = \frac{Ir}{r+r'}$

Appareils de mesure. — Galvanomètres. — Les appareils employés dans les bureaux pour constater le passage du courant et auxquels on a donné improprement le nom de galvanomètres, ne sont que des indicateurs; ils ne permettent pas d'opérer des mesures; le nom de *galvanoscopes* qu'on leur donne à l'étranger leur convient mieux que celui de galvanomètres.

Les galvanomètres servant à effectuer des mesures sont la *boussole des sinus*, la *boussole des tangentes*, le galvanomètre à aiguilles astatiques, le galvanomètre Thomson, le galvanomètre Deprez d'Arsonval, etc. Dans beaucoup d'essais pratiques, on est conduit à faire usage de *voltmètres*, d'*ampèremètres* ou de *milliampèremètres*.

Boussole des sinus. — L'enroulement des boussoles des sinus est fait en gros fil de cuivre recouvert de soie; il ne comporte qu'un petit nombre de spires. Les extrémités de ce fil sont attachées aux bornes PP (fig. 328) qui communiquent elles-mêmes avec les bornes p, p servant à attacher les fils du circuit extérieur.

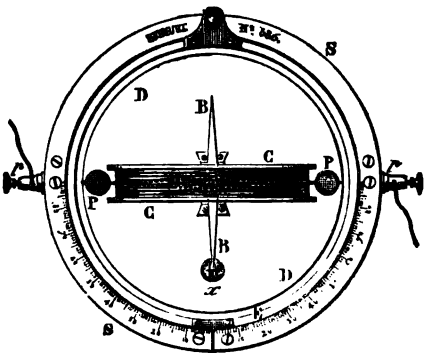


Fig. 328. — Boussole des sinus.

Le cadre C, autour duquel est enroulé le fil, est fixé au milieu d'un disque de bois D. Au centre de ce disque, se trouve un pivot en acier sur lequel est posée l'aiguille aimantée, garnie d'une chape en agate. L'aiguille aimantée est entièrement contenue dans le cadre C, mais, perpendiculairement à son axe, elle porte une aiguille indicatrice en laiton BB. A l'extrémité antérieure de cette aiguille correspond une colonnette x, surmontée d'une plaque portant deux goupilles de laiton, entre lesquelles l'aiguille BB peut osciller, et une ligne de repère à

Digitized by Google

aquelle correspond la pointe de l'aiguille indicatrice quand l'aiguille aimantée est parallèle aux spires du fil enroulé sur le cadre C. Le disque D, muni d'une manette et d'un index E, peut tourner autour de son centre qui coïncide avec le point de suspension de l'aiguille aimantée et avec le centre du socle S. Dans le mouvement de rotation qu'on lui imprime, le disque D entraîne avec lui le cadre C et l'aiguille B. Les communications électriques entre les bornes P et les bornes p sont assurées par des fils souples. En se déplaçant avec le disque D, l'index E se meut sur un limbe gradué qui permet de mesurer l'amplitude du mouvement de rotation. Lorsqu'un courant traverse le fil enroulé sur le cadre C, l'aiguille aimantée est déviée et l'aiguille indicatrice vient buter contre une des goupilles de la plaque x. On fait tourner le disque D jusqu'à ce que la pointe de l'aiguille de laiton se détache de la goupille et s'arrête sur la ligne de repère de la plaque x. Le nombre de degrés dont s'est déplacé l'index E sur le limbe gradué indique l'angle de déviation de l'aiguille aimantée; l'intensité du courant qui a traversé le cadre galvanométrique est proportionnelle au sinus de cet angle. Il est donc possible de comparer les intensités i et i' de deux courants provoquant dans le galvanomètre des déviations d et d'; on a alors :

$$\frac{i}{i'} = \frac{\text{sin. } d}{\text{sin. } d}$$

Dans les essais courants qui n'exigent pas une grande précision, on peut, sans erreur sensible, admettre que les intensités sont proportionnelles aux déviations, ce qui donne la relation :

$$\frac{i}{i'} = \frac{d}{d'}$$

Boussole des tangentes. — On fait quelquefois usage d'un autre galvanomètre, dans lequel les intensités sont proportionnelles aux tangentes des angles de déviation

$$\frac{i}{i'} = \frac{\text{tg. } d}{\text{tg. } d'}$$

Avec ces instruments, les indications sont d'autant plus précises que les angles de déviation sont plus petits. Lorsque ces angles ne dépassent pas 7 à 8°, on peut considérer les tangentes comme proportionnelles aux déviations et leur substituer la valeur de ces déviations elles-mêmes; on a alors :

$$\frac{i}{i'} = \frac{d}{d'}$$

Digitized by Google

Galvanomètres périodiques, apériodiques. — On dit qu'un galvanomètre est *périodique* lorsque son aiguille, avant de s'arrêter, décrit une série d'oscillations dont l'amplitude va en décroissant. On appelle *élongation*, la position du système lorsqu'il fait un écart maximum avec sa position d'équilibre. On dit qu'un galvanomètre est *apériodique* lorsque, du premier jet, l'aiguille s'arrête à sa position d'équilibre, sous l'impulsion du courant qui la fait dévier.

Fig. 329. — Boussole des tangentes.

Galvanomètre à aiguilles astatiques. — Le champ magnétique terrestre tend à empêcher l'aiguille aimantée des galvanomètres de se déplacer. L'action du courant qui traverse le fil enroulé sur le cadre, tend, au contraire, à placer l'aiguille perpendiculairement à la direction des spires. En atténuant le premier de ces effets, on permet à l'autre de se produire plus librement et, par conséquent, on rend plus sensible le galvanomètre. On obtient ce résultat en accouplant convenablement deux aiguilles aimantées. Les deux aiguilles sont réunies par une tige rigide, de telle sorte qu'elles soient parallèles et que leurs pôles de noms contraires soient situés l'un au-dessus de l'autre. Si les deux aiguilles aimantées étaient absolument identiques, le champ magnétique terrestre serait sans action sur elles et elles resteraient dans une position d'équilibre indifférent, quelle que soit la position qu'on leur donne. Cette condition n'est jamais réalisée dans la pratique et le système, quoique subissant très faiblement l'influence du magnétisme terrestre, obéit suffisamment à son action directrice pour s'orienter.

En plaçant chacune des aiguilles à l'intérieur d'un cadre et en effectuant l'enroulement d'un fil continu sur chacun des cadres,

Digitized by Google

de façon que le courant circulant à travers les spires concoure à faire dévier les deux aiguilles dans la même direction, on obtient un équipage très sensible.

Les aiguilles, ainsi accouplées, sont appelées *aiguilles astatiques*.

Le poids des aiguilles et le mode de suspension ont aussi une grande influence sur la sensibilité. Dans le galvanomètre que nous décrivons, on fait usage d'un équipage très léger que l'on suspend au moyen d'un fil de cocon non tordu. Le cadre multiplicateur est composé de deux bobines aplaties, dont la résistance totale est de 2000 ohms.

Une tige carrée, munie d'une vis de rappel soutient l'équipage mobile, auquel elle est reliée par un fil de cocon sans torsion, mais cette liaison n'est pas directe, et, pour permettre de changer les fils de cocon sujets à se rompre, ils sont attachés de part et d'autre à de petits anneaux métalliques. Une boîte annexée à chaque appareil contient un certain nombre de fils de rechange. Des crochets sont adaptés à la pièce carrée et à l'équipage astatique; les anneaux du fil de suspension sont enfilés dans ces crochets.

L'aiguille supérieure du système astatique se meut sur un cadran divisé; pour augmenter sa longueur sans accroître sensiblement son poids, elle est entourée d'un tube d'aluminium très mince qui en est le prolongement.

L'entrée et la sortie du fil des bobines sont reliées aux bornes du galvanomètre, mais ces deux bornes sont également reliées à deux plots en laiton que l'on peut réunir au moyen d'une cheville métallique. Entre l'une des bornes et le bloc correspondant, est intercalée une bobine de shunt de $\frac{1}{9}$ qui n'entre en circuit, bien entendu, que si la cheville réunit les deux blocs.

L'enroulement sur les deux cadres est formé par 13000 tours de fil recouvert de soie, dont le diamètre est de $\frac{13}{100}$ de millimètre.

La résistance du galvanomètre est habituellement de 2000 ohms, celle du shunt de $\frac{2000}{9} = 222{,}22$ ohms à 20° centigrades.

On admet généralement que ce galvanomètre, bien réglé, dévie, lorsqu'il est shunté, de 1 degré sous une force électromotrice de 1 volt, à travers une résistance de 6 megohms. Sans shunt, il donne 1 degré pour 1 volt et 60 megohms.

Pour les déviations qui ne dépassent pas 5 à 6 degrés, on con-

Digitized by Google

sidère les intensités comme proportionnelles aux déviations.

Ce galvanomètre est monté sur un socle en ébonite supporté par trois vis calantes.

On peut aisément, à l'aide de la colonne de laiton qui protège le fil de suspension, adjoindre à l'équipage un aimant directeur.

Galvanomètre à miroir. — Les galvanomètres à miroir sont ceux qui donnent les indications les plus précises. Un petit miroir, solidaire de l'aiguille aimantée, reçoit les rayons d'une source lumineuse et les réfléchit sur une échelle graduée placée à distance. Le déplacement angulaire du rayon réfléchi étant, ainsi qu'on peut le démontrer aisément, double de celui de l'aimant et du miroir, il devient possible d'apprécier les moindres déplacements du miroir.

La figure 330 montre la disposition de l'échelle graduée telle que la construit M. Ducretet. Avec ce système, on peut employer une source lumineuse quelconque, telle qu'un bec de gaz, une lampe à pétrole, une bougie. La graduation est faite en millimètres, généralement sur papier blanc. Dans les modèles que construit la maison Carpentier, la règle graduée est en celluloïd et laisse voir l'image par transparence.

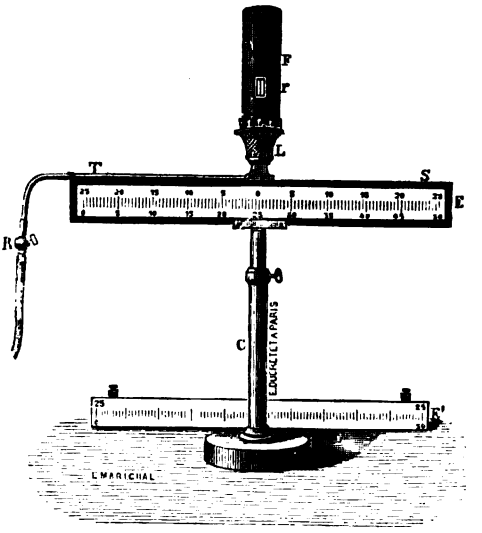


Fig. 330. — Echelle graduée.

L'échelle graduée est placée à environ 0,80 mètre du galvanomètre. Derrière l'échelle, on installe la source lumineuse dont la flamme se présente directement en regard d'une fente rectangulaire, ou bien est projetée dans cette direction par un miroir plan auxiliaire, mobile autour d'un axe. La fente rectangulaire est traversée par un fil métallique tendu verticalement.

Le rayon lumineux, après avoir frappé le miroir du galvanomètre, est réfléchi et vient former sur l'échelle graduée une tache lumineuse que l'on appelle *spot*.

Digitized by Google

Les galvanomètres à miroir sont périodiques, comme le galvanomètre Thomson, ou apériodiques, comme le galvanomètre Deprez d'Arsonval.

Galvanomètre Thomson. — Le galvanomètre Thomson se compose de deux paires de bobines, agissant sur un système d'aiguilles astatiques, suspendues par un fil de cocon sans torsion. A ce système est adjoint un miroir très léger qui dévie en même temps que l'équipage magnétique. Ce miroir reçoit la lumière d'une flamme et la réfléchit sur la règle graduée où elle forme le *spot*.

L'enroulement des bobines est formé, d'abord avec du fil très fin, ce qui donne un très grand nombre de spires ajoutant leur action pour faire dévier l'aimant, mais la finesse du fil ayant pour effet d'augmenter notablement la résistance du circuit, on compense cet inconvénient en enroulant les couches extérieures avec du fil d'un diamètre plus fort. La surface des bobines est enduite de gomme laque pour empêcher la pénétration de l'humidité.

L'enroulement des bobines est tel qu'en associant convenablement les quatre bornes placées sur le socle, on puisse obtenir un galvanomètre à circuit unique ou un galvanomètre différentiel; on peut également grouper les bobines en série ou en quantité.

En attachant la pile à la borne de gauche, le circuit extérieur à la borne de droite et en réunissant les deux bornes du milieu, les bobines sont montées en série; la résistance du circuit total est habituellement de 7 à 8000 ohms, représentés par 2400 tours de fil sur chaque bobine.

En attachant la pile à la borne de gauche reliée à la borne du milieu, la plus voisine de la borne de droite, et en reliant le circuit extérieur à la borne de droite réunie à la borne du milieu la plus voisine de la borne de gauche, les bobines sont montées en quantité; la résistance de leur enroulement total est réduite au quart.

En attachant la pile aux deux bornes intermédiaires réunies et le circuit extérieur aux deux bornes extrêmes, on a un galvanomètre différentiel; le courant traverse les deux paires de bobines en sens inverse et, si les deux enroulements sont identiques, l'action des courants qui les traverse s'annule.

Comme dans la pratique, les deux circuits ne sont pas rigoureusement égaux, on ajoute au plus faible une petite bobine compensatrice, que l'on place dans la partie centrale du cadre supérieur, derrière le miroir.

Digitized by Google

La déviation du système magnétique résulte de la différence d'intensité produite par les résistances du circuit extérieur.

A la tige S (fig. 331) est suspendu par le fil de cocon l'équipage magnétique placé à l'intérieur des bobines; il se compose d'un miroir très léger de 8 à 10 millimètres de diamètre, derrière lequel sont collées à la gomme laque cinq aiguilles aimantées très fines, disposées parallèlement. Le miroir est placé entre les deux bobines supérieures. Au miroir est également soudée une tige rigide, supportant des aiguilles aimantées, semblables aux premières et formant avec elles un système astatique. A ces aiguilles aimantées est adjointe une grande aiguille en aluminium destinée à amortir les oscillations. Cet équipage est placé entre les bobines inférieures.

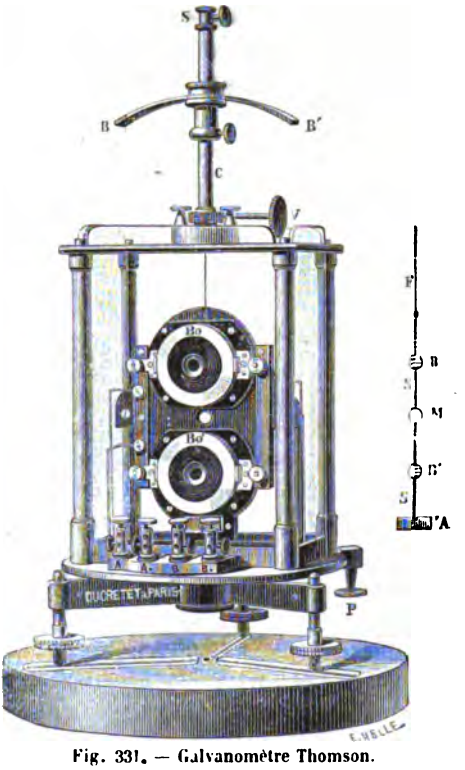


Fig. 331. — Galvanomètre Thomson.

Pour mettre l'appareil en station on soulève la tige S sans la tourner, pour ne pas tordre le fil de cocon. Pour transporter le galvanomètre, on enfonce à fond la tige S et le miroir est alors immobilisé.

Sur une tige verticale en laiton, située au-dessus de la cage du galvanomètre, est placé un aimant que l'on peut faire glisser le long de cette tige et que l'on peut aussi orienter au moyen d'une roue dentée et d'une vis sans fin; cet aimant agissant sur les aimants du galvanomètre, permet de leur donner la position convenable au moment de la mise en station.

Le socle du galvanomètre est monté sur des vis calantes; on peut vérifier son horizontalité au moyen d'un niveau à bulle d'air.

Galvanomètre Deprez d'Arsonval. — Entre les pôles d'un fort

Digitized by Google

aimant en fer à cheval, un cadre galvanométrique, au centre duquel se trouve un cylindre creux en fer doux, est maintenu par deux fils métalliques verticaux (fig. 332). Ces fils ne sont que la continuation de l'enroulement du cadre; ils livrent passage au courant, mais servent aussi d'axe de rotation au cadre.

Lorsque le cadre est traversé par un courant, il tourne en tordant ses fils de suspension; ceux-ci, par leur élasticité,

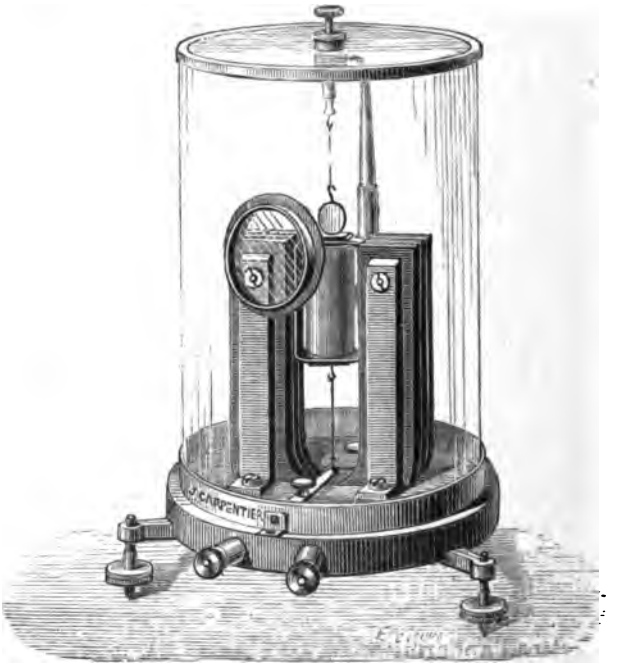


Fig. 332. — Galvanomètre Deprez d'Arsonval.

ramènent le cadre à sa position de repos, dès que l'action du courant cesse.

Les déviations sont observées, soit au moyen d'une aiguille se mouvant sur un limbe gradué, soit au moyen d'un miroir et de la lumière réfléchie. Dans ce dernier cas, le fil supérieur porte un petit miroir; une lentille convergente permet d'augmenter la netteté des images. La lecture des déviations se fait comme dans le galvanomètre Thomson.

Lorsqu'on a à faire de nombreux essais dans un court espace de temps, ce galvanomètre est très commode, car il est absolu-

Digitized by Google

ment apériodique; il est renfermé dans une cage de verre et monté sur des vis calantes.

On construit ces galvanomètres à circuit simple ou différentiel.

Voltmètres. — Les *voltmètres* sont des galvanomètres qui, par leur graduation, permettent de mesurer en volts les forces électromotrices ou les différences de potentiel. Ces galvanomètres, dont la résistance est assez grande pour permettre de négliger les résistances extérieures, s'installent en dérivation entre les bornes de la source d'électricité dont on veut apprécier la force électromotrice.

Parmi les voltmètres apériodiques dont l'usage nous a semblé le plus commode, nous signalerons celui de MM. Chauvin et Arnoux. Nous en empruntons la description au journal l'*Electricien* (nos 228 et 229, année 1895).

Ces voltmètres sont basés sur le principe d'un cadre galvanométrique mobile dans un champ magnétique produit par un aimant permanent.

Le cadre mobile est constitué par une petite couronne de fil isolé à la soie. Cette couronne est sertie entre deux bagues concentriques de cuivre pur, et les deux extrémités du fil sont respectivement soudées à ces deux bagues. Outre la rigidité qu'elles donnent au cadre galvanométrique, les deux bagues de cuivre constituent un *amortisseur électromagnétique* très énergique qui permet à l'aiguille indicatrice d'atteindre, *sans oscillations* et néanmoins *avec exactitude*, sa position d'équilibre pour chaque mesure. Le cadre a l'aspect et les dimensions d'une alliance ordinaire; il est muni, suivant un de ses diamètres, de deux petits pivots en acier pénétrant dans deux crapaudines en pierre fine qui réduisent considérablement les frottements et l'isolent électriquement. Deux ressorts spiraux *s s'* (fig. 333), en métal non magnétique, amènent le courant au cadre mobile et servent en même temps à développer le couple antagoniste qui doit faire équilibre au couple électromagnétique développé par l'aimant sur ce cadre, quand il est traversé par un courant électrique. Ces deux ressorts spiraux sont bandés l'un contre l'autre, afin d'assurer, au départ, la fixité par rapport au zéro de l'aiguille. Celle-ci est en aluminium afin de réduire, autant qu'il est possible, le moment d'inertie de la partie mobile.

Fig. 333. — Equipage du voltmètre Chauvin et Arnoux.

Digitized by Google

Cet équipage, parfaitement équilibré, de façon à permettre les lectures dans toutes les positions, est renfermé dans un tube muni, à ses deux extrémités, de traverses sur le milieu desquelles sont fixées les chapes de deux crapaudines en pierre fine. A l'intérieur du cadre mobile se trouve centrée et fixée sur le tube une de ces billes d'acier F que l'industrie fabrique couramment aujourd'hui, et qui vient fermer le circuit magnétique d'un aimant A, en forme d'anneau ou de tore (fig. 334).

« Dans les voltmètres, le circuit du cadre mobile a une résistance moyenne de 75 ohms; un courant qui est, en moyenne, de 5 milliampères, suffit pour donner à l'aiguille une déviation égale à la totalité de l'échelle. A la suite du cadre sont placées, en série avec lui, des bobines de résistance à très faible coefficient de température, dont la valeur est simplement proportionnelle à la force électromotrice à mesurer. Ainsi par exemple, la résistance d'un voltmètre destiné à mesurer 150 volts, avec un courant de tarage du cadre mobile de 5 milliampères, est de $\frac{150}{0{,}005} = 30\,000$ ohms

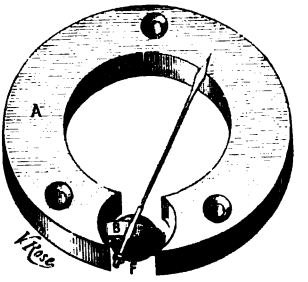


Fig. 334. — Aimant et cadre du voltmètre Chauvin et Arnoux.

comprenant 75 ohms en cuivre et 29 925 ohms en fil de maillechort, comme celui qu'on emploie dans les boîtes de résistances. On voit donc que, dans ce cas, la résistance du fil de cuivre du cadre mobile n'entre que pour $\frac{1}{400}$ dans la résistance totale, de telle sorte que les indications du voltmètre sont pratiquement indépendantes de la température.

« Ce sont ces très faibles valeurs du courant et de la résistance du cadre mobile, qui ont permis de doter l'appareil d'un très grand nombre de sensibilités en dessous et en dessus de cette valeur. Ainsi, par exemple, un voltmètre ayant un boîtier de 0,15 m de diamètre et de 0,05 m d'épaisseur, est disposé pour donner une déviation égale à la totalité de son échelle (150 divisions) pour 3, 15, 150, 300, 600 volts.

« Dans ce but, l'appareil est muni, à la partie supérieure de son boîtier, de plusieurs bornes correspondant aux différents voltages maxima que permet l'échelle, et qui sont indiqués sur le cadran à la hauteur de chaque borne avec les résistances correspondantes en ohms. La borne de gauche marquée 0 est

Digitized by Google

commune aux différentes sensibilités; la borne de droite, qui lui est diamétralement opposée, correspond au voltage le plus élevé que l'appareil peut mesurer (fig. 335).

« Pour mesurer une différence de potentiel dont on ne connaît pas approximativement la valeur, il faut toujours relier les deux fils aux bornes diamétralement opposées et ne détacher que le fil de la borne de droite pour le fixer successivement aux autres bornes, en allant progressivement vers la gauche jusqu'à ce qu'on ait trouvé la sensibilité convenable.

Fig. 335. — Voltmètre Chauvin et Arnoux.

« Au-delà de 120 volts, pour le modèle de 10 cm, et de 600 pour celui de 15 cm, les voltmètres sont munis de résistances placées en séries avec celles de l'appareil, en se servant *toujours* des bornes *diamétralement opposées*.

« Les mesures, dans ce cas, peuvent être poussées jusqu'à 3000 volts et au-delà, avec toutes sensibilités intermédiaires. »

Ampèremètres. — Dans les ampèremètres Chauvin et Arnoux, le circuit du cadre mobile a une résistance moyenne de 0,5 ohm, et un courant qui est en moyenne de 0,05 ampère, suffit pour donner à l'aiguille une déviation égale à la totalité de l'échelle.

« Pour mesurer un courant supérieur à 0,05 ampère, le circuit du cadre mobile est placé en dérivation sur les extrémités d'une résistance appropriée au courant à mesurer.

Ces résistances qui sont constituées par des feuilles de maillechort de 1 mm d'épaisseur, soudées par leurs extrémités à deux blocs de cuivre munis des mâchoires nécessaires pour amener le courant, sont reliées au circuit du galvanomètre par deux fils souples de 1 mètre de longueur environ, dont les deux extrémités sont terminées par des broches coniques pouvant s'engager dans des trous coniques réservés, d'une part, sur les extrémités des résistances, et, d'autre part, sur les deux bornes de l'ampèremètre (fig. 336). De cette façon, il est impossible de se servir d'autres conducteurs que les fils souples du galvanomètre, dont l'emploi est essentiel pour faire des mesures précises.

Digitized by Google

Un seul galvanomètre muni de plusieurs shunts peut donner une déviation égale à la totalité de son échelle (soit 100 divisions, par exemple) pour 1, 10, 100, 1000 ampères.

Les signes + et — marqués respectivement en face des deux bornes de gauche et de droite, indiquent clairement, lorsque l'aiguille dévie dans le sens voulu, le sens du courant.

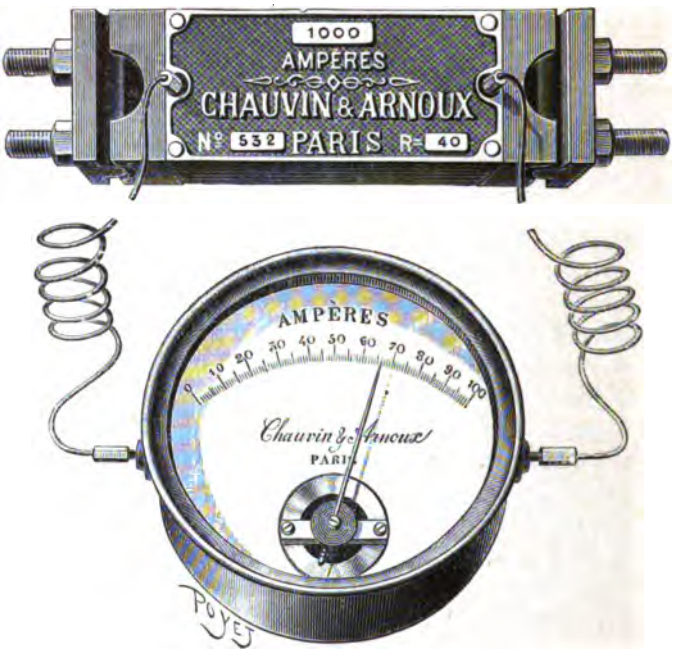


Fig. 336. — Ampèremètre Chauvin et Arnoux avec son shunt.

Dans tous les ampèremètres, l'aiguille dévie de gauche à droite lorsque le courant traverse l'appareil de gauche à droite. Suivant la règle usuelle, le courant pousse l'aiguille.

Les voltmètres et les ampèremètres Chauvin et Arnoux sont très peu influencés par les courants électriques passant dans leur voisinage.

Ces galvanomètres peuvent être posés accidentellement sur des masses de fer ou de fonte non aimantées, sans que l'erreur des indications persiste au-delà de leur présence sur ces masses, mais il faut éviter absolument de les poser sur des masses de fer aimantées.

Milliampèremètres. — Ces galvanomètres qui se placent en série dans le circuit en expérience, sont pourvus d'une clé de

Digitized by Google

contact, placée à la partie inférieure du boîtier qui, par son déplacement, permet de passer rapidement par toutes les sensibilités dont est pourvu le galvanomètre.

L'échelle est divisée en 100 parties égales, le zéro étant à gauche ou bien au centre de l'échelle. Dans ce dernier cas, les divisions sont marquées, de part et d'autre du zéro jusqu'à 50.

Lorsque le zéro est à gauche il faut attacher le pôle positif de la source dont on veut mesurer le débit à la borne de gauche.

Lorsque le zéro est au centre de la graduation, le courant peut pénétrer indifféremment par la droite ou par la gauche, et l'inclinaison de l'aiguille indique le sens du courant.

La résistance du cadre galvanomètrique est de 5 ohms.

Lorsque la clé de contact est au repos, chaque division de l'échelle représente un milliampère.

A droite et à gauche sont établis des shunts que les constructeurs graduent suivant les demandes. Généralement on place à gauche un shunt dont la résistance est de 2,5 ohms, et à droite un autre shunt dont la résistance n'est que de 0,5 ohm.

Lorsqu'on pousse la clé de contact vers la gauche, chaque division de l'échelle représente deux milliampères. Lorsqu'on pousse la clé vers la droite, les divisions de l'échelle correspondent chacune à dix milliampères.

Shunts. — On appelle *shunts* des dérivations, de résistance connue, que l'on établit sur un circuit dans le but d'obtenir un effet déterminé.

On ne peut faire traverser les circuits des galvanomètres sensibles, tels que les galvanomètres à miroir, que par des courants très faibles, sous peine de faire renverser le miroir et de faire sortir le spot en dehors de l'échelle; on est donc presque toujours conduit à ne lancer dans les bobines du galvanomètre qu'une faible partie du courant que l'on utilise; à cet effet, on intercale entre les bornes du galvanomètre un *shunt*.

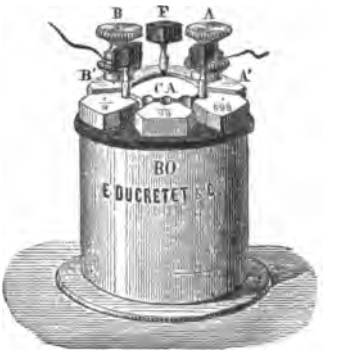


Fig. 337. — Shunt.

Chaque galvanomètre doit avoir son shunt particulier, car tous les galvanomètres n'ont pas la même résistance et les bobines du shunt doivent représenter des valeurs parfaitement déterminées de la résistance du galvanomètre.

Ordinairement, les shunts sont renfermés dans une boîte cylin-

Digitized by Google

drique dont la face supérieure, en matière isolante, est garnie d'une plaque centrale en laiton et de 5 plaques latérales. Ces plaques, isolées les unes des autres, peuvent être mises en communication par des chevilles métalliques, comme dans les commutateurs bavarois. Aux bornes, représentées sur la figure 337, on attache : à la borne de gauche l'un des bouts du circuit extérieur et une des bornes du galvanomètre; à la borne de droite, l'autre bout du circuit et la seconde borne du galvanomètre.

Les shunts renferment généralement trois bobines représentant $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{99}$, et $\frac{1}{999}$ de la résistance du galvanomètre prise pour unité.

Les communications sont les suivantes :

La plaque centrale CA est reliée à la borne de gauche B; la borne de droite A reçoit le fil de sortie des trois bobines dont les fils d'entrée sont respectivement réunis aux plaques marquées $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{99}$, $\frac{1}{999}$. En intercalant une cheville entre la borne de gauche et le plot marqué $\frac{1}{9}$, l'intensité du courant qui traverse le galvanomètre n'est plus alors que $\frac{1}{10}$ de l'intensité totale; en utilisant la bobine de $\frac{1}{99}$ elle ne serait que de $\frac{1}{100}$ et de $\frac{1}{1000}$ si on avait recours au shunt $\frac{1}{999}$. Il faut donc multiplier par 10, 100 ou 1000 l'intensité du courant qui a traversé le galvanomètre pour obtenir l'intensité du courant total. Si on admet que les déviations sont proportionnelles aux intensités qui les provoquent, il faudra pour avoir la déviation exacte du galvanomètre sous l'influence du courant total, multiplier la déviation observée par 10, 100 ou 1000.

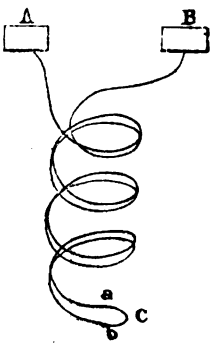


Fig. 338. — Enroulement des bobines des caisses de résistances.

En intercalant la cheville métallique F entre les deux bornes A et B, on aurait annulé le galvanomètre qu'aucun courant n'aurait traversé.

Caisses de résistances. — Les caisses de résistances sont formées de bobines étalonnées qui, par leur association, permettent d'obtenir en ohms toutes les résistances comprises entre deux limites déterminées, par exemple 1 ohm et 10 000 ohms.

Digitized by Google

On construit des caisses de résistances ou des *rhéostats*, c'est tout un, sur différents modèles ; on en fait de rondes ou de rectangulaires, à chevilles ou à manettes ; la disposition des

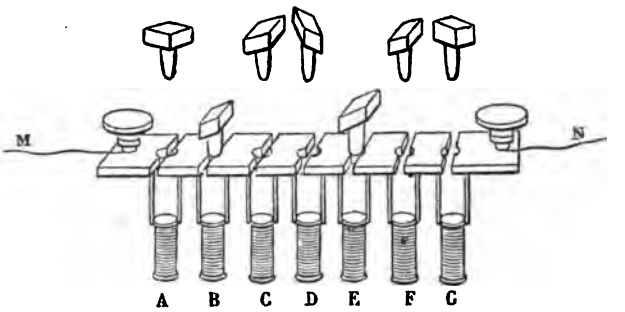


Fig. 339. — Assemblage des bobines des caisses de résistances.

bobines, bien que variable, peut toujours être ramenée à un type unique : les deux extrémités du fil de la bobine sont réunies à deux plots métalliques A, B (fig. 338); tant que ces plots métalliques restent isolés, le courant traverse le fil de la bobine ; lorsqu'on réunit les deux plots métalliques le courant tout entier passe de l'un à l'autre sans traverser le fil de la bobine.

L'enroulement des bobines est fait en fil de maillechort recouvert de deux couches de soie. Chaque bobine est montée sur une carcasse ; le fil à enrouler est plié en deux à moitié de sa longueur et on enroule côte à côte les deux brins de la boucle ainsi formée ; comme le montre la figure 338, les deux brins formant l'entrée et la sortie de la bobine sont soudés à deux blocs différents A, B, mais la sortie d'une bobine est reliée au même bloc que l'entrée de la suivante (fig. 339). On voit que, dans chaque bobine, le courant traverse les deux brins de la boucle en sens inverse ; on évite ainsi la self-induction.

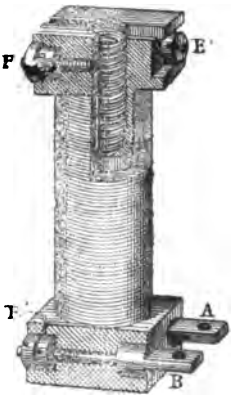


Fig. 340.
Réglage des bobines.

Il serait très difficile d'obtenir pratiquement pour chaque bobine un enroulement donnant exactement sa résistance nominale. Pour obtenir des résistances rigoureusement exactes, M. Carpentier a eu recours à un réglage. La boucle

Digitized by Google

du fil de maillechort est coupée en *a* et en *b* (fig. 338), et la partie enlevée C est remplacée par une résistance réglable. Voici comment, dans la pratique, les choses sont disposées: les deux bouts du fil de maillechort sont soudés à deux petits plots noyés dans la carcasse; MN (fig. 340) est un bouchon fileté qui porte la résistance réglable sous forme d'un petit bout de fil. La joue en buis de la bobine est taraudée et sert de logement au bouchon MN, traversé lui-même par une vis conique. On a eu soin de donner au fil de la bobine une résistance un peu inférieure à celle qu'elle doit avoir, et, en enfonçant plus ou moins le bouchon MN, on introduit entre les deux brins de fil séparés la

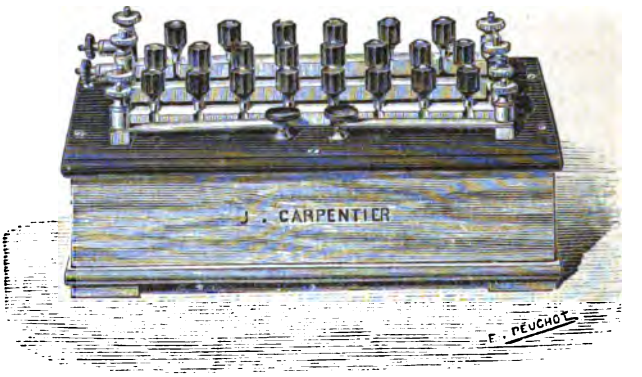


Fig. 311. — Caisse de résistances. (Modèle Carpentier).

résistance convenable pour obtenir la résistance nominale exacte de la bobine.

Les bobines sont noyées dans la paraffine pour les soustraire à l'humidité.

Les figures 341 et 342 montrent deux des dispositions que l'on emploie le plus fréquemment; dans la première, avec 16 bobines, on réalise toutes les combinaisons comprises entre 1 ohm et 11 110 ohms; ces seize bobines ont pour valeurs respectives : 1 ohm 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100, 200, 200, 500, 1000, 2000, 2000, 5000 ohms.

Lorsque toutes les chevilles sont intercalées entre les différents plots, la résistance de la caisse est nulle; lorsque toutes les chevilles sont enlevées, la résistance de la caisse est égale à la somme des résistances de toutes les bobines, soit 11 110 ohms; enfin, pour obtenir une résistance donnée 2713 ohms, par exemple, il suffira d'enlever les chevilles placées en regard des

Digitized by Google

chiffres 2000, 500, 200, 10, 2, 1 gravés sur la tablette d'ébonite qui supporte les différents plots en laiton.

Dans la seconde disposition, les bobines sont disposées par décades; il en faut 36 pour obtenir tous les nombres compris

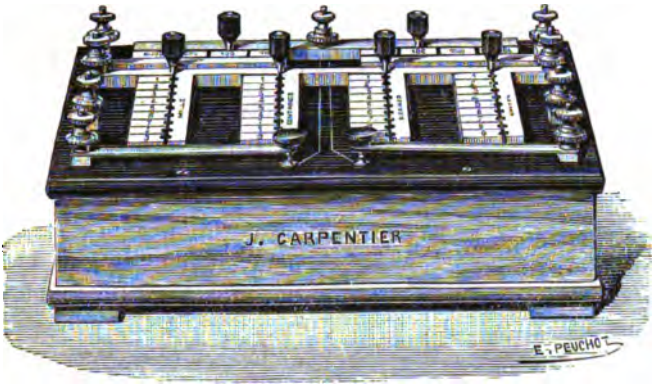


Fig. 342. — Caisse de résistances à décades. (Modèle Carpentier.)

entre 1 et 10 000. Les grands plots représentent les unités, dizaines, centaines et mille; les petits plots, numérotés de 1 à 9, correspondent à 1 à 9 unités, 1 à 9 dizaines, etc.; il suffit d'une seule cheville par ordre d'unités, et, pour obtenir une résistance de 836 ohms, on placera la cheville des centaines en regard du plot 8, celle des dizaines en regard du plot 3 et celle des unités en regard du plot 6.

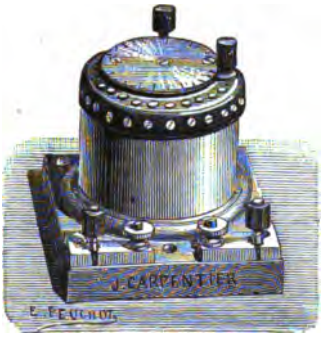


Fig. 343 — Rhéostat circulaire. (Modèle Carpentier.)

Les rhéostats circulaires tels que celui que représente la figure 343 portent deux manettes que l'on fait mouvoir sur des plots dont la graduation est indiquée sur la plaque centrale; en enlevant l'une ou l'autre des chevilles placées sur le socle de l'instrument, on met en circuit une bobine de 500 ohms qui s'ajoute aux résistances de la graduation supérieure; en débouchant les deux trous à la fois, on introduit dans le circuit deux bobines de 500 ohms, soit 1000 ohms.

Pont de Wheatstone. — A la plupart des caisses de résis-

Digitized by Google

tances, on ajoute un dispositif qui permet de les utiliser pour les mesures à effectuer par la méthode dite du *pont de Wheatstone*.

Rappelons que la disposition théorique du pont de Wheatstone est figurée par une série de fils conducteurs représentant un quadrilatère et ses deux diagonales.

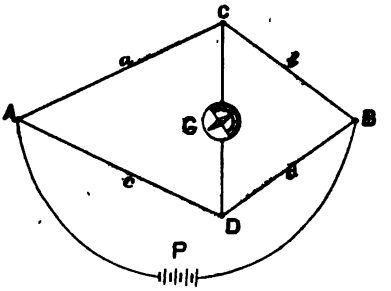


Fig. 344. — Disposition théorique du pont de Wheatstone.

Sur l'une des diagonales est intercalé un galvanomètre; sur l'autre est placée une pile (fig. 344).

Lorsqu'il ne passe aucun courant dans le galvanomètre, et que l'aiguille reste à zéro, bien que la pile soit en activité dans le circuit, on a, entre les résistances a, b, c, d des quatre côtés du quadrilatère, la relation suivante :

$$a \times d = b \times c \text{ ou } \frac{a}{c} = \frac{b}{d}$$

d'où l'on tire la valeur de la résistance inconnue d.

$$d = \frac{b \times c}{a}$$

Mais si nous faisons $a = c$, on aura aussi $b = d$, et la résistance inconnue d sera égale à la résistance que l'on aura débouchée sur la branche b.

Dans la pratique, trois des branches du pont sont montées sur la caisse de résistances (fig. 345).

A cet effet, de part et d'autre de la borne A sont intercalées des bobines de résistance de 10, 100 et 1000 ohms; elles forment les deux branches AD, AC du pont, ou *branches de proportion*. La branche AD est reliée à la branche DB ou *branche de comparaison*, constituée par l'ensemble des bobines de la caisse de résistances, telle que nous l'avons décrite précédemment.

La quatrième branche est formée par la résistance à mesurer x que l'on intercale entre les bornes B et C. Deux clés sont disposées en L et en L', l'une, L', sert à fermer le circuit de la pile P; l'autre, L, permet d'introduire en temps utile le galvanomètre dans le circuit. La borne A est reliée, à l'intérieur de la caisse de résistance, avec le plot de travail de la clé L'; la

Digitized by Google

pile P est attachée au ressort de la clé L' et à la borne B; c'est la diagonale AB du quadrilatère théorique. La borne C est reliée, à l'intérieur de la caisse de résistances avec le plot de travail de la clé L; le galvanomètre G est attaché au ressort de la clé L et à la borne D; c'est la diagonale CD du quadrilatère théorique.

Habituellement, dans les mesures, on établit un rapport connu entre les deux branches de proportion; ce rapport peut être : $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{10}$, 1, 10, 100.

En débouchant	1000	sur AD et	10	sur AC, le rapport est	$\frac{1}{100}$
—	1000	—	100	—	$\frac{1}{10}$
—	100	—	10	—	
—	1000	—	1000	—	1
—	100	—	100	—	
—	10	—	10	—	
—	100	—	1000	—	10
—	10	—	100	—	
—	10	—	1000	—	100

La branche de comparaison permet de faire toutes les combinaisons comprises entre 1 et 10 000 ohms.

Si le rapport entre les deux branches de proportion est 1, les résistances débouchées sur la branche de comparaison représentent exactement la résistance à mesurer; mais si le rapport entre les deux branches de proportion est de 1/100, les résistances débouchées sur la branche de comparaison seront 100 fois plus grandes que la résistance à mesurer; si la résistance débouchée est de 1 ohm, la résistance cherchée sera de 0,01 ohm.

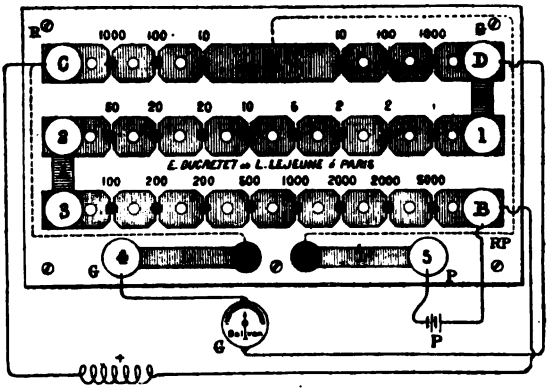


Fig. 345. — Caisse de résistances avec pont de Wheatstone. (Modèle Ducretet.)

Inversement, si le rapport entre les deux branches de proportion est de 100, les résistances débouchées sur la branche

Digitized by Google

de comparaison sont 100 fois plus petites que la résistance à mesurer; si la résistance débouchée est de 10 000 ohms; la résistance cherchée sera de $10\,000 \times 100 = 1$ megohm.

On voit par là qu'avec une caisse de résistances ne comportant qu'une résistance de 10,000 ohms, on peut mesurer toutes les résistances comprises entre 0,01 ohm et 1 megohm.

Il convient de n'abaisser la clé L, fermant le circuit du galvanomètre, qu'après avoir abaissé la clé L', pour permettre au courant d'atteindre son régime permanent à travers l'ensemble des conducteurs avant de lui faire traverser le circuit du galvanomètre. Il convient aussi, en commençant une mesure, de déboucher des résistances se rapprochant autant que possible de la résistance cherchée; si on n'a aucun terme de comparaison, il sera bon de shunter le galvanomètre et d'enlever le shunt lorsque, en raison de l'approximation obtenue, les courants lancés dans le galvanomètre ne seront plus de nature à provoquer des déviations trop grandes.

Condensateurs. — On mesure les capacités en les comparant à des capacités connues qui sont représentées par des condensateurs étalonnés.

Les condensateurs que l'on emploie habituellement, sont formés par un nombre plus ou moins considérable de feuilles d'étain superposées, analogues à celles dont on enveloppe le chocolat, et isolées les unes des autres par des feuilles de papier saturées de paraffine. Les feuilles d'étain de rang impair sont réunies ensemble et forment l'une des armatures du condensateur; les feuilles d'étain de rang pair sont également réunies ensemble et forment l'autre armature. Chacune des armatures est réunie à un bloc de laiton, garni d'une borne et monté sur une plaque en ébonite servant de couvercle à une boîte rectangulaire ou circulaire, qui renferme le condensateur et dans laquelle il est noyé dans de la paraffine. En plaçant une cheville métallique entre les deux blocs de laiton, on réunit les deux armatures.

On peut monter plusieurs condensateurs comme on monte les éléments d'une pile : en série ou *en cascade* ou bien en quantité ou *en surface*.

Le montage en cascade s'opère en réunissant l'armature formée par les feuilles d'étain de rang pair du premier condensateur à l'armature formée par les feuilles d'étain de rang impair du condensateur suivant et ainsi de suite; il reste libre aux deux extrémités de la série une armature de rang impair et une armature de rang pair.

Digitized by Google

La capacité totale du système, dans le cas où tous les condensateurs sont d'égale capacité, est égale à la capacité de l'un d'eux divisée par leur nombre.

Le montage en surface s'opère en réunissant ensemble toutes les armatures formées par les feuilles d'étain de rang pair et en réunissant également ensemble toutes les armatures formées par les feuilles d'étain de rang impair.

La capacité totale du système est égale à la somme des capacités des condensateurs employés.

Quelquefois, les condensateurs sont gradués, c'est-à-dire que l'ensemble des feuilles d'étain de rang impair formant une armature correspondant à une borne, l'autre armature est sectionnée et aboutit à plusieurs bornes correspondant à différentes fractions de la capacité totale.

Clés et commutateurs. — On utilise, pour les mesures, des clés et des commutateurs qui ne diffèrent pas très sensiblement, dans leurs dispositions essentielles des organes similaires d'usage courant.

Parmi les clés, on distingue la clé à inversion de courant, la clé d'interruption, la clé de court-circuit, la clé de Webb, la clé de Sabine, etc.

Le manipulateur Morse est une clé que l'on peut employer dans les mesures; elle permet d'envoyer un courant sur un conducteur et de le mettre immédiatement après en communication avec la terre.

La clé de Webb permet de charger la ligne, de l'isoler et de la décharger; à cet effet, le levier qui communique avec la ligne peut être arrêté par un petit encliquetage dans une position telle qu'il ne communique plus ni avec le plot relié à la terre, ni avec le plot relié à la pile.

Un levier en laiton EE (fig. 346) est articulé sur une chape métallique, garnie d'une borne de serrage L et montée sur une colonne en ébonite A.

Le ressort R sollicite le levier EE à se relever. En M, le levier EE est pourvu d'une manette isolante M et d'une pièce de contact qui peut s'appuyer sur le plot P, muni d'une borne de serrage et monté sur la colonne en ébonite C.

Le levier EE traverse un anneau métallique, figuré en coupe, garni de la vis V et de la vis de serrage T, le tout monté sur la colonne en ébonite B.

L'extrémité libre du levier EE porte deux crans. En regard de ces crans, la manette en ébonite D est articulée en *d* et garnie d'un doigt *e*.

Digitized by Google

Le conducteur ou la ligne en expérience sont attachés à la vis L, la pile à la vis P et la vis T est mise à la terre (ces vis sont cachées par les colonnes A, B, C sur la figure). Les trois colonnes A, B, C, ainsi que la chape *d*, sont montées sur un socle commun SS.

Lorsque, au moyen de la manette M, on abaisse le levier EE, on met le conducteur en expérience en relation avec la pile et on peut maintenir le levier dans cette position en relevant la manette D, dont le doigt *e* mord dans le cran supérieur de EE.

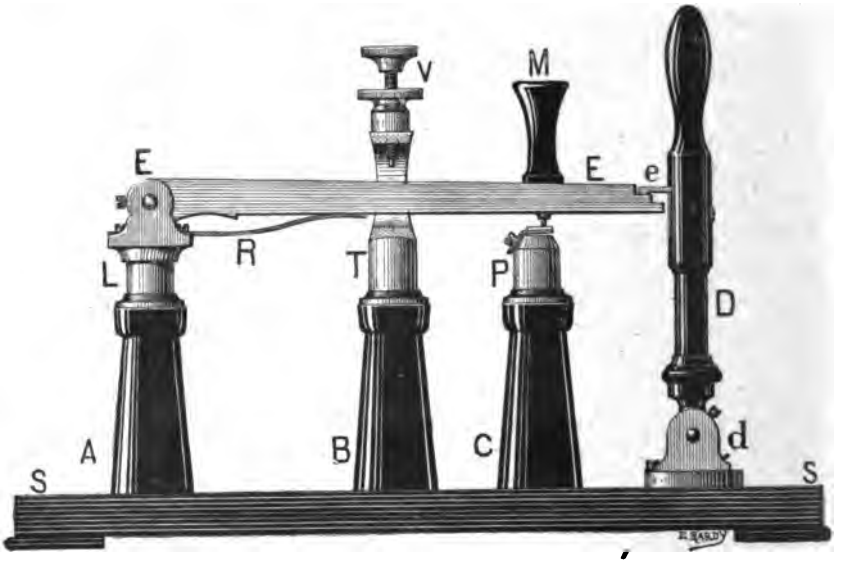


Fig. 346. — Clé de Webb.

En rejetant brusquement en arrière la manette D, le levier EE se relève, sous l'action du ressort R, et vient buter contre la vis V; le conducteur en expérience est à la terre et le levier EE a cessé d'être en contact avec le plot P.

Si on recule légèrement la manette D, de façon que le doigt *e* reste en prise avec le cran inférieur du levier EE, le conducteur en expérience est isolé, car le levier EE n'a plus aucun point de contact ni avec le plot P, ni avec la vis V.

La clé de court-circuit est représentée par la figure 347. Les fils en expérience et les bornes du galvanomètre sont attachés aux bornes A, B.

Le galvanomètre se trouve ainsi intercalé entre A et B; il est

Digitized by Google

en court-circuit lorsque la clé est au repos, le ressort D étant appuyé contre la vis C.

Il est souvent commode de maintenir la clé abaissée, sans être obligé de conserver constamment le doigt appuyé sur le bouton E. Dans ce but, un crochet en ébonite H a été articulé sous le bouton E. Lorsque ce crochet est mis en prise avec le bouton métallique F, le ressort D est immobilisé et isolé de la vis C.

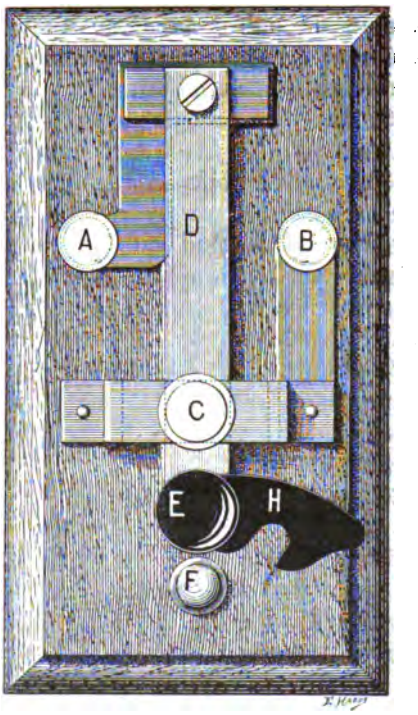


Fig. 347. — Clé de court-circuit.

La clé d'inversion de courant peut être représentée schématiquement par la figure 348. Elle comprend deux clés jumelles A, B. Lorsqu'on abaisse la clé A le pôle positif de la pile est à la terre et le pôle négatif en relation avec la ligne; c'est l'inverse qui se produit lorsqu'on abaisse la clé B.

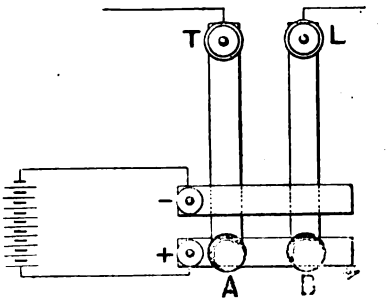


Fig. 348. — Clé d'inversion de courant.

Il est indispensable de veiller, avec le plus grand soin, au bon isolement de toutes les parties qui ne doivent pas communiquer électriquement entre elles et de ne pas perdre de vue que l'humidité des isolants peut produire des dérivations. De même, les pièces de contact qui livrent passage au courant devront être maintenues dans le plus grand état de propreté. Ce n'est que grâce à ces précautions que l'on peut opérer avec succès.

Pile-étalon. — On a construit, pour les mesures de précision, des éléments de pile spéciaux offrant toutes les garanties de constance possibles.

Digitized by Google

La pile-étalon de l'administration française est du type Daniell.

Dans les mesures usuelles, on n'a pas, en général, un élément étalon de pile à sa disposition; on y supplée en utilisant un élément Callaud grand modèle, dans de bonnes conditions de montage et d'entretien.

Si on tient compte de la température dont les changements entraînent des variations dans la force électromotrice, si on prend soin de maintenir la pile à l'abri des trépidations et dans un endroit sec, on pourra substituer l'élément Callaud à l'élément-étalon Daniell qui fait défaut. Le seul inconvénient qui résulte de son emploi, c'est qu'il n'est pas transportable, les chocs et les secousses amenant très rapidement le mélange des deux dissolutions superposées.

D'ailleurs, les piles Leclanché, peu encombrantes et facilement transportables, conviennent très bien pour la plupart des essais, à la condition de ne pas les laisser trop longtemps en circuit fermé.

Installation et réglage d'un galvanomètre Thomson. *Constante et formule de mérite.* — Les galvanomètres Thomson doivent être à l'abri de toute vibration. Dans les installations fixes, on les place sur un bâti en maçonnerie très solidement construit. A défaut de socle maçonné, on pose le galvanomètre sur un plateau suspendu et bien équilibré. Dans ce cas, l'échelle et la source lumineuse doivent également être suspendus. Quelle que soit d'ailleurs la disposition adoptée, il convient de soustraire le galvanomètre à l'action de la chaleur produite par la source lumineuse.

Avant chaque série de mesures, il convient de s'assurer de la sensibilité du galvanomètre, sensibilité qui varie dans d'assez larges proportions, suivant les conditions dans lesquelles on se trouve. C'est ce qu'on appelle prendre la *constante* du galvanomètre. La constante d'un galvanomètre est la déviation que produit un courant fourni par une force électromotrice de 1 volt à travers une résistance de 1 meghom.

Mais on n'a pas toujours une résistance de 1 meghom à sa disposition, tandis que les caisses de résistance donnent généralement 10 000 ohms. Si on fait traverser au courant cette résistance de 10 000 ohms et qu'en même temps on shunte le galvanomètre au centième, la constante sera donnée par la formule

$$\text{Constante} = \frac{\text{Déviation}}{\text{force électromotrice}}.$$

Il suffira donc de faire usage d'une pile de force électromotrice

Digitized by Google

égale à 1 volt pour obtenir la constante par lecture directe; la constante est alors la déviation observée.

On appelle *formule de mérite* d'un galvanomètre la résistance qu'il faut donner au circuit pour qu'un courant produit par une force électromotrice de 1 volt fasse dévier l'aiguille du galvanomètre de une division. Ce procédé, comme le précédent, permet d'apprécier la sensibilité d'un galvanomètre.

Mesures électriques. — Nous nous bornerons ici à étudier les méthodes de mesure les plus communément employées, celles qui, en un mot, sont d'un usage courant.

Mesure des résistances. — En dehors des essais de lignes dont nous parlerons plus loin, il s'agit en général de mesurer la résistance d'une bobine, d'un fil conducteur ou la résistance intérieure d'une pile; il s'agit, en somme, de mesurer la résistance d'un objet que l'on a sous la main et que l'on peut, tout entier, intercaler dans un circuit.

Dans les deux premiers cas, deux méthodes sont indifféremment employées : la méthode du pont de Wheatstone, la méthode de substitution; c'est à la première que l'on donne habituellement la préférence.

Résistance d'une bobine ou d'un conducteur. *Méthode du pont de Wheatstone.* — Soit une bobine dont on veut connaître la résistance. On emploie une caisse de résistances avec pont de Wheatstone (fig. 343), un galvanomètre Thomson avec shunt, un élément de pile Callaud grand modèle.

Entre la clé L′ et la borne B, on intercale l'élément de pile; entre la clé L et la borne D, on place le galvanomètre avec son shunt. Les deux extrémités de la bobine à mesurer sont réunies aux bornes B et C par de gros fils conducteurs, dont la résistance est négligeable.

Dans les deux branches de proportion AC, AD, on débouche des résistances égales et se rapprochant autant que possible de la résistance cherchée. On peut toujours apprécier *à priori* si la résistance à mesurer se rapproche de 10, de 100 ou de 1000 ohms, résistances dont on dispose sur les branches de proportion du pont; le résultat de la mesure sera d'autant plus exact que la résistance débouchée se rapprochera plus de la résistance cherchée. Débouchons 100 ohms, par exemple, sur chacune des branches AC, AD.

Enlevons la cheville $\frac{1}{999}$ du shunt, abaissons successivement la clé L′, puis la clé L et, par tâtonnement, débouchons sur la branche BD des résistances telles que le galvanomètre ne donne

Digitized by Google

plus de déviation quand les deux clés sont abaissées. Bouchons le shunt $\frac{1}{999}$, débouchons le shunt $\frac{1}{99}$ et recommençons l'opération. Répétons l'expérience avec le shunt $\frac{1}{9}$ seul, puis sans shunt. Lorsque l'équilibre aura été atteint et que l'aiguille du galvanomètre restera au zéro, la somme des résistances débouchées sur la branche BD sera la résistance cherchée.

Dans la pratique, avec un peu d'habitude, les premières résistances débouchées sur la branche BD se rapprochent très sensiblement de la résistance cherchée, et on peut souvent se dispenser de shunter le galvanomètre.

La résistance mesurée est celle qui correspond à la température de la salle dans laquelle on a opéré, mais il ne faut pas perdre de vue que les résistances électriques varient avec les températures et dans des proportions assez considérables pour qu'il soit souvent nécessaire d'opérer une correction et de rapporter les résultats obtenus à une température définie. On y arrive facilement en appliquant une formule de physique très simple et bien connue.

Supposons que l'on veuille ramener la résistance obtenue à ce qu'elle serait à la température de la glace fondante, 0° centigrade :

Soit R_t la résistance obtenue à la température de la salle d'expérience;

R_o la résistance à 0°,

t la température de la salle,

a le coefficient de variation de résistance du métal du fil de la bobine;

$$\text{on a : } R_t = R_o (1 + at)$$

$$\text{d'où } R_o = \frac{R_t}{1 + at}.$$

Exemple : la résistance obtenue à la température de 18° est de 252 ohms; le coefficient de variation du fil de la bobine, qui est en cuivre, est de 0,0039.

$$R_o = \frac{252}{1 + 0{,}0039 \times 18} = 236^{\omega},40.$$

Par cette différence entre 252 ohms à 18° et 236 à 0°, on voit combien est importante la correction de température pour obtenir des mesures concordantes.

Digitized by Google

La mesure d'un conducteur quelconque dont on peut attacher les deux extrémités aux bornes B et C s'effectue dans les mêmes conditions que celle d'une bobine.

Méthode de substitution. — On fait usage de cette méthode lorsque les rhéostats dont on dispose ne comportent pas de pont de Wheatstone. Elle nécessite deux opérations.

L'expérience est disposée comme le montre la figure 349. La bobine ou le conducteur à mesurer sont intercalés entre la pile P et le galvanomètre G, convenablement shunté, s'il y a

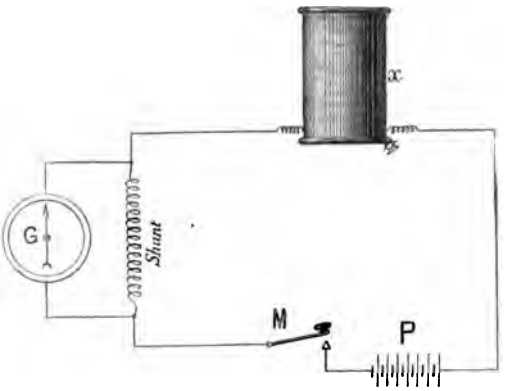


Fig. 349. — Mesure d'une bobine par la méthode de substitution.

lieu. Le manipulateur M est interposé entre la pile et la seconde borne du galvanomètre. En fermant le circuit en M, à travers la bobine à mesurer x et le galvanomètre, on obtient une certaine déviation que l'on note. On enlève la bobine x et on lui substitue un rhéostat dont on fait varier la résistance jusqu'à ce que l'on ait obtenu exactement la déviation déjà notée. La résistance débouchée est la résistance cherchée.

Cette méthode, comme celle du pont de Wheatstone, donne lieu, bien entendu, à une correction de température.

Essais périodiques. — Dans les bureaux français, on soumet les conducteurs à des essais périodiques d'isolement et de résistance, et au besoin de capacité, qui permettent de se rendre compte de la valeur électrique des conducteurs au point de vue de l'exploitation.

Les résultats obtenus sont consignés sur des registres spéciaux portant un tracé uniforme pour tous les bureaux.

Les piles sont soumises à des essais analogues.

Les instruments utilisés sont, suivant les cas, des galvanomè-

Digitized by Google

tres Thomson ou des galvanomètres astatiques, tels que celui que nous avons décrit précédemment, la boussole des sinus ou la boussole des tangentes, le condensateur étalon.

Les inscriptions sur le registre se font d'après les modèles suivants :

Modèle A.

FILS SOUTERRAINS

Bureau de

Fil n°

Longueur du conducteur :

Modèle { du câble :
du conducteur :

Points extrêmes :

Tracé :

DATES	SECTION ESSAYÉE — De à	LONGUEUR DE LA SECTION	RÉSISTANCE KILOMÉTRIQUE +	RÉSISTANCE KILOMÉTRIQUE −	RÉSISTANCE KILOMÉTRIQUE MOYENNE	ISOLEMENT KILOMÉTRIQUE +	ISOLEMENT KILOMÉTRIQUE −	ISOLEMENT KILOMÉTRIQUE MOYENNE	CAPACITÉ KILOMÉTRIQUE	PERTE DE CHARGE — Câble chargé 15 secondes puis isolé 1 minute.	NOM DE L'OPÉRATEUR

Modèle B.

FILS AÉRIENS

EXPÉRIENCES FAITES AVEC UN PONT DE WHEATSTONE

Bureau de

Fil n°

Longueur du conducteur :

Diamètre du conducteur :

Nature du métal :

Points extrêmes :

Tracé et points de coupure :

DATES	ÉTAT DE L'ATMOSPHÈRE	TEMPÉRATURE	SECTION ESSAYÉE — De à	LONGUEUR DE LA SECTION	RÉSISTANCE TOTALE	RÉSISTANCE KILOMÉTRIQUE	ISOLEMENT TOTAL	ISOLEMENT KILOMÉTRIQUE	OBSERVATIONS	NOM DE L'OPÉRATEUR

Digitized by Google

Modèle C.

FILS AÉRIENS

EXPÉRIENCES FAITES AVEC GALVANOMÈTRE

Bureau de

Fil n°

Longueur du conducteur :
Diamètre du conducteur :
Nature du métal :
Points extrêmes :
Tracé :

DATES	ÉTAT DE L'ATMOSPHÈRE	TEMPÉRATURE	SECTION	LONGUEUR	DÉVIATION LA LIGNE ÉTANT :				OBSERVATIONS	NOM DE L'OPÉRATEUR
					A LA TERRE	ISOLÉE	EN SERVICE ORDINAIRE	Remplacée par une résistance fixe (bobines du récepteur, par exemple). ou ohms		

Modèle D.

PILES

Bureau de

Pile (indiquer la nature et le modèle de pile) :
Résistance du fil de terre :
Date de la dernière expérience :

DATES	NOMBRE D'ÉLÉMENTS	FIL DESSERVI	RÉSISTANCE	FORCE ÉLECTROMOTRICE	OBSERVATIONS	NOM DE L'OPÉRATEUR

Mesure de la résistance intérieure d'une pile. *Méthode de la demi-déviation.* — On emploie un galvanomètre sensible, une caisse de résistances et une clé formant interrupteur, un manipulateur Morse ou une clé d'appel téléphonique. La résistance à mesurer étant faible, il faut très fortement shunter le galvanomètre. Un shunt au $\frac{1}{999}$ donnerait encore une déviation trop grande ; ordinairement, on place entre les deux bornes du galvanomètre un fil de cuivre long d'environ un mètre.

Digitized by Google

On débouche, dans la caisse de résistance R (fig. 350), une résistance R′ du même ordre que la résistance présumée de la pile, soit 10 ohms. On ferme le circuit en abaissant le manipulateur M et en le laissant sur contact. On observe une certaine déviation du galvanomètre, soit 182 divisions. On débouche alors dans la caisse R des résistances R″ suffisantes pour ramener la déviation du galvanomètre à la moitié de ce qu'elle était auparavant, soit $\frac{182}{2} = 91$ divisions.

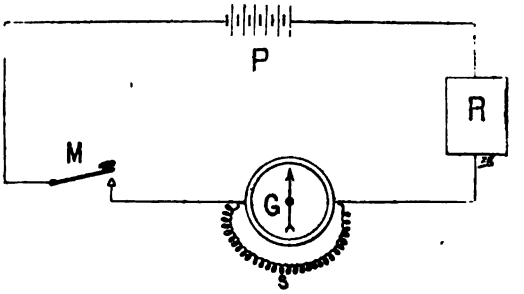


Fig. 350. — Mesure de la résistance intérieure d'une pile (méthode de la demi-déviation).

Pour obtenir ce résultat, on a débouché, par exemple, 26 ohms.

Soit n la résistance de la pile,

R′ la première résistance débouchée,

R″ la seconde résistance débouchée.

On a $$x = R'' - 2R' = 26 - 2 \times 10 = 6.$$

Si la pile dont on mesure la résistance intérieure se compose d'un certain nombre d'éléments, on obtient la résistance moyenne d'un élément en divisant le résultat trouvé par le nombre des éléments.

Mesure de la force électromotrice. *Méthode du condensateur*, — On emploie un galvanomètre sensible, un interrupteur, tel qu'un manipulateur Morse ou une clé d'appel téléphonique, un condensateur de 2 microfarads, un élément étalon (à la rigueur un élément Callaud grand modèle) et un commutateur.

La figure 351 représente la disposition de l'expérience; E est la pile étalon, P la pile à mesurer, D le commutateur, M l'interrupteur, C le condensateur, G le galvanomètre.

On shunte convenablement le galvanomètre au $\frac{1}{9}$, si la mesure porte sur la force électromotrice d'un seul élément.

Digitized by Google

On place la cheville du commutateur en 1 et on abaisse le manipulateur pendant 10″ environ, de façon à charger le condensateur C avec la pile-étalon. On lâche brusquement le manipulateur dont le ressort vient buter contre son contact de repos; le condensateur se décharge alors à travers le galvanomètre, et il en résulte une déviation, soit 10 divisions.

On place la cheville du commutateur en 2 et on répète l'opération; c'est alors la pile à mesurer qui charge le conden-

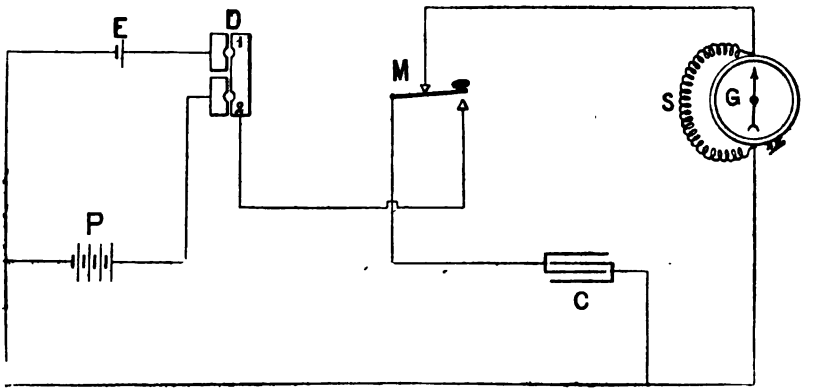


Fig. 351. — Mesure de la force électromotrice (méthode du condensateur).

sateur. La décharge donne lieu à une nouvelle déviation, soit 15 divisions.

Le rapport des forces électromotrices est égal au rapport des déviations :

$$\frac{E}{E'} = \frac{15}{10}$$

et si nous avons la force électromotrice E′ de la pile-étalon égale à 1 volt, on a

$$E = \frac{15}{10} = 1{,}5 \text{ volt},$$

qui est la force électromotrice cherchée.

Mesure de la résistance des terres. *Méthode du pont de Wheatstone.* — La connaissance de la résistance des terres est très importante, puisque, aux deux extrémités de la ligne, elles complètent le circuit télégraphique.

Il n'est pas possible de mesurer la résistance d'une terre prise isolément; il faut, de toute nécessité, disposer de plusieurs

Digitized by Google

prises de terre parfaitement indépendantes, car mesurer la résistance d'une terre consiste à mesurer la résistance du sol entre cette prise de terre et une autre prise de terre.

On peut mesurer la somme des résistances de la ligne et des terres placées aux deux bouts.

Si la résistance de la ligne est connue, on en déduit, en retranchant cette résistance de la résistance totale obtenue, la somme des résistances des deux terres.

Si la résistance de la ligne est inconnue, il faut la mesurer, mais en éliminant les deux terres; il faut, pour cela, disposer d'un second conducteur entre les deux stations.

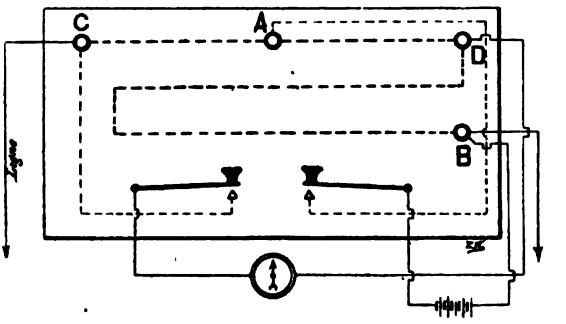


Fig. 352. — Mesure de la résistance des terres (méthode du pont de Wheatstone).

On fait boucler directement les deux conducteurs à la station correspondante, et on mesure leur résistance comme s'il s'agissait d'une bobine; nous avons déjà examiné ce cas. On répète ensuite l'essai sur chaque conducteur avec une terre à chaque bout. Voici comment on procède : le fil de ligne est attaché à la borne C du pont (fig. 352) et mis à la terre à la station correspondante; la borne B de la caisse de résistance est mise à la terre.

Si les résistances débouchées dans les branches de proportion sont égales, les résistances débouchées dans la branche de comparaison donneront la somme des résistances de la ligne et des deux terres, soit :

$$x + y + r = d$$

en appelant x la résistance de la terre du poste,
y la résistance de la terre du poste correspondant,
r la résistance de la ligne,
d les résistances débouchées.

Digitized by Google

En répétant l'expérience sur le second conducteur, on aura :

$$x+y+r'=d'.$$

Enfin, la mesure directe des deux fils bouclés, sans terres, aura donné :

$$r+r'=d''$$

De ces trois équations on tirera la valeur de $x+y$.

$$x+y=\frac{d+d'-d''}{2}$$

S'il s'agit de mesurer isolément la résistance de la terre d'un poste, on établit deux autres prises de terre suffisamment éloignées pour qu'elles ne puissent se confondre avec la première. On les réunit deux à deux par un conducteur de résistance connue, une bobine d'électro-aimant, par exemple, que l'on a pris soin de mesurer à l'avance. L'association de ces terres deux à deux, reliées par cette résistance fixe, donne lieu à trois expériences pratiquées avec le même dispositif que dans le cas précédent.

Soient x, y, z, les trois prises de terre, l la résistance constante intercalée entre ces terres considérées deux à deux : les trois expériences nous donnent trois équations

$$x+y=d$$
$$x+z=d'$$
$$y+z=d''$$

d'où

$$x=\frac{d+d'-d''}{2}$$
$$y=\frac{d''+d-d'}{2}$$
$$z=\frac{d'+d''-d}{2}$$

Mesure des conducteurs aériens. — Les expériences à faire à l'aide du galvanomètre portent sur les fils de moyenne importance, tels que les fils auxiliaires de moyenne communication et les fils municipaux; elles consistent à noter la déviation du galvanomètre lorsque la ligne est à la terre, lorsqu'elle est isolée, lorsqu'elle est en service ordinaire et lorsqu'on lui substitue une résistance fixe et connue.

Digitized by Google

On fait usage de la pile du bureau (15 à 20 éléments) et d'une boussole de sinus.

Soient A le poste qui fait les essais, et B le poste correspondant :

1re *opération :* A fait mettre B à la terre et, au moyen d'un manipulateur intercalé avec le galvanomètre entre la pile et la ligne, ferme le circuit. Si le conducteur est en bon état, il n'est pas possible d'obtenir l'équilibre du galvanomètre, la boussole renverse. On en prend note dans la 6e colonne du tableau (modèle C).

2e *opération :* A invite B à s'isoler. Le manipulateur étant de nouveau abaissé, le galvanomètre marque 0° si l'isolement de la ligne est parfait; il marque un certain nombre de degrés si la ligne a des pertes. On note la déviation dans la 7e colonne.

3e *opération :* B reste sur récepteur. A abaisse son manipulateur et note la déviation dans la 8e colonne.

4e *opération :* A, dans son propre bureau, remplace la ligne en expérience par une résistance connue intercalée entre le galvanomètre et la terre, par exemple, un récepteur Morse dont les bobines ont une résistance de 500 ohms. La déviation obtenue est notée dans la 9e colonne du tableau.

Il ne reste plus qu'à remplir les autres indications connues à l'avance.

Les essais entre deux bureaux A et B ont généralement lieu sur des conducteurs dont le diamètre est le même dans tout leur parcours. Il peut ne pas en être toujours ainsi. Lorsqu'on opère sur un conducteur composé de sections dans lesquelles le diamètre du fil diffère, il convient de ramener la longueur totale à celle d'un conducteur de diamètre uniforme, le fil de fer de 4 millimètres par exemple. Il convient, en un mot, de déterminer la longueur d'une ligne en fil de 4 millimètres qui aurait la même résistance que la résistance trouvée.

Pour convertir, au point de vue de la résistance, une longueur donnée de fil de 3 millimètres en fil de 4 millimètres, c'est le cas le plus fréquent, il suffit de multiplier la longueur connue par le rapport des sections des deux conducteurs.

Le fil de 3 millimètres a 7,07 millimètres carrés de section, le fil de 4 millimètres a 12,57 millimètres carrés de section.

10 kilomètres de fil de 3 millimètres égalent

$$\frac{10 \times 12{,}57}{7{,}07} = 17{,}779 \text{ kilom.}$$

Autrement dit, la résistance de 10 kilomètres de fil de 3 milli-

Digitized by Google

mètres équivaut à la résistance de 17,779 kilomètres de fil de 4 millimètres.

En général, L longueur cherchée, égale l, longueur connue, multipliée par S, section du fil de 4 millimètres, et divisée par s, section du fil dont on veut convertir la longueur en fil de 4 millimètres.

$$L = \frac{l \times S}{s}$$

Dans les mesures relatives aux conducteurs reliant un bureau de l'État à deux postes municipaux, le cas est fréquent où les sections de lignes sont établies en fils de diamètres différents. Il y a lieu, dans ce cas, d'opérer la réduction.

Soient A le poste de l'état, B et C les postes municipaux : l'expérience étant disposée comme précédemment, c'est-à-dire le manipulateur et la boussole des sinus intercalés entre la pile et la ligne, on procède aux essais :

1re *opération :* A fait isoler B et prend les déviations, d'abord quand C est à la terre, puis quand il est isolé.

2e *opération :* A fait isoler C et prend les déviations, d'abord quand B est à la terre, puis quand il est isolé.

3e *opération :* A invite B à se mettre sur rappel et C à se mettre sur appareil. A met son manipulateur sur contact et note la déviation.

4e *opération :* A invite C à se mettre sur rappel et B à se mettre sur appareil : A met son manipulateur sur contact et note la déviation.

5e *opération :* A remplace la ligne par une résistance connue, abaisse son manipulateur et note la déviation.

Les fils internationaux et les fils intérieurs de grande et de moyenne communication sont mesurés, par la méthode du pont de Wheatstone, avec le galvanomètre astatique sans miroir, que nous avons décrit (page 563). Les résultats des expériences sont inscrits sur un tableau modèle B.

Pour mesurer la résistance, on opère comme s'il s'agissait d'une bobine, seulement le conducteur est mis à la terre à la station correspondante, tandis que la pile et la borne B (fig. 352) de la caisse de résistance sont à la terre dans la station qui fait les essais.

En somme, on opère comme s'il s'agissait de mesurer la résistance de la ligne, augmentée de celle des deux terres que l'on suppose négligeable.

La résistance kilométrique est obtenue en divisant la résistance

Digitized by Google

totale par la longueur de la ligne évaluée en kilomètres.

L'isolement d'un conducteur ou, pour être plus exact, sa résistance d'isolement, se mesure comme les autres résistances, seulement avec un peu plus de précautions.

Cette opération consiste à faire isoler le conducteur à la station correspondante et à mesurer sa résistance. Cette résistance est très considérable si la ligne est en bon état, mais si on emploie un galvanomètre Thomson, comme le prescrit le règlement, ce galvanomètre accuse toujours une déviation résultant des pertes que le conducteur subit par ses supports le long de son parcours.

Dans les mesures d'isolement, il y a intérêt à employer des piles très fortes, dont la force électromotrice est voisine de 100 volts. Avec de semblables piles, il est difficile de prendre la constante du galvanomètre. On prend alors cette constante avec un seul élément et on établit le rapport entre la force électromotrice de cet élément et la force électromotrice de la pile totale, soit k ce rapport et C la constante obtenue.

Si l'essai du conducteur donne une déviation d, la résistance d'isolement cherchée sera

$$R = \frac{kC}{d}$$

L'isolement kilométrique sera l'isolement total trouvé divisé par la longueur de la ligne évaluée en kilomètres.

En pratiquant cet essai, il faut éviter de donner des à-coup au galvanomètre, aussi fait-on usage d'une clé de court-circuit, outre l'interrupteur qui doit fermer le circuit de la pile.

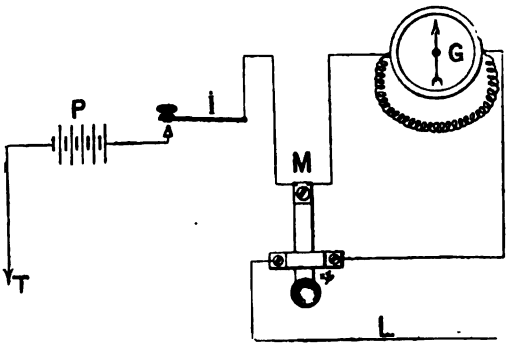


Fig. 353. — Mesure de l'isolement kilométrique.

On ferme d'abord le circuit en I (fig. 353), la clé de cour-tcircuit M restant au repos, et on envoie le courant sur la ligne pendant quelques secondes, de façon à bien laisser s'établir le régime permanent, puis, par petits mouvements rapidement répétés, on agit sur la clé de court circuit M jusqu'à ce qu'enfin on l'abaisse

Digitized by Google

complètement. Le courant traverse alors le galvanomètre dans la proportion indiquée par le shunt et le spot prend assez rapidement sa position d'équilibre.

Mesure des conducteurs souterrains. — Les différentes colonnes du tableau A indiquent nettement les expériences à exécuter sur les conducteurs souterrains. Il faut mesurer la résistance kilométrique avec un courant positif, puis avec un courant négatif et prendre la moyenne; il faut aussi mesurer l'isolement kilométrique avec un courant positif, puis avec un courant négatif et prendre la moyenne; nous connaissons les procédés à employer pour effectuer ces deux séries d'opérations.

Il nous reste à mesurer la capacité kilométrique et la perte de charge dans les conditions spécifiées.

Essai de la capacité. — L'essai de la capacité kilométrique se fait en comparant *l'élongation,* c'est-à-dire la déviation la plus grande du galvanomètre, produite par la décharge d'un conden-

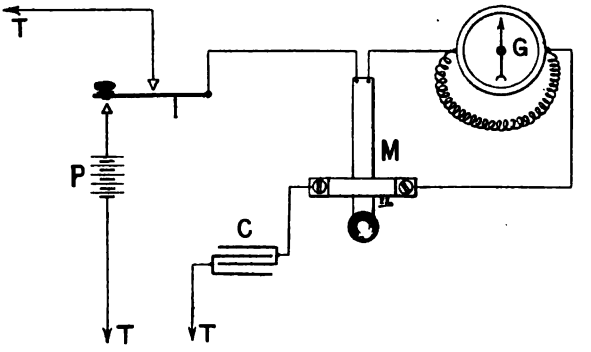


Fig. 351. — Mesure de la capacité.

sateur étalon avec l'élongation produite par la décharge du conducteur en expériences, les charges ayant été effectuées dans les mêmes conditions et pendant des temps égaux.

On emploie un galvanomètre Thomson convenablement shunté G, une clé de court-circuit M, une clé de décharge I, un condensateur C. L'expérience est disposée comme le montre la figure 351.

On charge le condensateur C en abaissant la clé de décharge I et en laissant la clé de court-circuit au repos; la charge a lieu pendant 20″ par exemple. Immédiatement après, on décharge le condensateur en abaissant d'abord la clé de court-circuit M, puis en relevant brusquement la clé de décharge qui vient buter

Digitized by Google

contre son contact de repos, relié à la terre. Les deux armatures étant à la terre, la décharge a lieu à travers le galvanomètre; on prend note de l'élongation. Au condensateur C, on substitue le conducteur à mesurer dont l'extrémité libre est isolée. On répète l'expérience dans les mêmes conditions, c'est-à-dire qu'on charge le conducteur pendant 20″ et qu'on le décharge immédiatement après; on note la nouvelle élongation.

Le rapport des capacités est égal à celui des élongations :

$$\frac{C}{C'} = \frac{e}{e'}$$

La capacité du condensateur étalon étant connue, on a $C = \frac{C'e}{e'}$

La capacité kilométrique est le quotient de la division de la capacité totale par la longueur du conducteur mesurée en kilomètres.

Mesure de la perte de charge. — L'expérience étant disposée comme le montre la figure 355, on charge le conducteur pendant 15″, en maintenant la clé M sur son contact de travail et en laissant

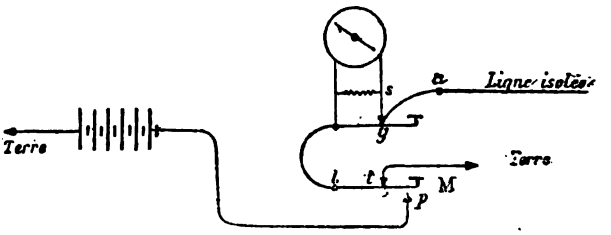


Fig. 355. — Mesure de la perte de charge.

la clé g en repos. Immédiatement après on abaisse la clé g et on laisse la clé M revenir brusquement sur son contact de repos. On note la déviation obtenue qui est proportionnelle à la charge du conducteur.

On recommence l'expérience en chargeant le conducteur pendant 15″; mais, au lieu d'agir immédiatement après sur les clés M, g, on laisse la clé M isolée, pendant une minute, entre son contact de travail et son contact de repos. La minute écoulée, on abaisse la clé g et on laisse la clé M revenir sur son contact de repos; on obtient une nouvelle déviation qui est proportionnelle, non plus à *la charge que le conducteur a reçue*, mais à la *charge qu'il a conservée* après une minute d'isolement.

Digitized by Google

Soient a la première déviation observée, b la seconde, la perte de charge est représentée par

$$\frac{a - b}{a}$$

Essai d'une soudure. — La soudure revêtue de son diélectrique est plongée dans une cuve à eau. Le câble étant bien isolé sur toute sa longueur et à une de ses extrémités, est relié par l'autre bout à un galvanomètre, à une clé et à une forte pile. Le second pôle de cette pile, terminé par une lame métallique est plongé dans la cuve à eau à côté de la soudure en expérience. Lorsqu'on abaisse la clé, le galvanomètre dévie s'il existe une perte dans la soudure. Cependant, de ce que le galvanomètre n'accuse aucune déviation, il ne faudrait pas conclure que la soudure est parfaite; elle pourrait présenter des pertes assez faibles pour que le courant qui passe de l'âme de la soudure à la plaque polaire, située dans la même cuve à eau, ne soit pas assez énergique pour influencer le galvanomètre; la méthode n'est donc pas sûre; elle n'indique que les défauts graves.

Du reste, nous n'avons voulu exposer dans ce chapitre, comme l'indique son titre, que les méthodes auxquelles on est appelé à avoir recours chaque jour. Les méthodes plus exactes, mais aussi plus délicates et plus compliquées, sont du ressort des traités de mesure électrique, auxquels nous engageons le lecteur à se reporter.

Digitized by Google

CHAPITRE XV

PERTURBATIONS ET DÉRANGEMENTS DANS LES POSTES ET SUR LES LIGNES

PERTURBATIONS ET DÉRANGEMENTS. — PERTURBATIONS PRODUITES PAR LES AURORES BORÉALES, courants telluriques. — PERTURBATIONS PRODUITES PAR LES ORAGES, précautions à prendre. — CLASSIFICATION DES DÉRANGEMENTS. — DÉRANGEMENTS DE POSTES, dérangements mécaniques, dérangements électriques, recherche des dérangements dans les postes. — DÉRANGEMENTS DES LIGNES AÉRIENNES, recherches des dérangements sur les lignes aériennes. — LOCALISATION DES DÉRANGEMENTS, points de coupures, appareils de coupure. — DÉRANGEMENTS DES LIGNES SOUTERRAINES. — DÉRANGEMENTS DES LIGNES SOUS-MARINES.

Perturbations et dérangements. — Nous désignerons sous le nom de *perturbations* les désordres occasionnés, tant sur les lignes télégraphiques que dans les bureaux, par des phénomènes physiques à l'action desquels il est impossible de se soustraire.

Les perturbations sont momentanées; elles cessent quand la cause qui les a produites disparaît.

Nous réserverons le nom de *dérangements* aux avaries de toutes sortes, conséquences quelquefois des perturbations, mais résultant le plus souvent de faits purement accidentels. Les dérangements ont, en général, un caractère permanent et l'intervention de l'homme est nécessaire pour les faire disparaître.

Perturbations produites par les aurores boréales. *Courants telluriques.* — Les *aurores boréales* rentrent dans la catégorie des phénomènes électro-magnétiques et nous intéressent tout particulièrement par suite de l'influence qu'elles ont sur les aiguilles aimantées et les électro-aimants.

Les lignes télégraphiques sont constamment parcourues par des courants *terrestres* ou *courants telluriques* dont la cause est l'objet d'hypothèses, mais n'est pas encore nettement définie. Ces courants de sens et d'intensité variables sont généralement assez faibles pour ne pas influencer les appareils télégraphiques. Il n'en est plus ainsi à l'approche des aurores boréales; les courants telluriques prennent alors une grande intensité et entravent dans de larges proportions le travail télégraphique.

Digitized by Google

Pendant toute la durée d'une aurore boréale, les aiguilles aimantées librement suspendues ou montées sur pivot ne conservent plus la direction nord-sud; elles sont animées de mouvements irréguliers, se déplacent vers la droite et vers la gauche sans raison apparente; à certains moments, l'aiguille subit une brusque déviation, à d'autres, ses oscillations deviennent lentes.

Les lignes télégraphiques, à l'approche des aurores boréales, et avant même que les premières lueurs aient fait leur apparition, sont parcourues par des courants dont l'énergie augmente à mesure que le phénomène lumineux s'accentue. Ces courants affectent souvent toutes les lignes d'une même région, sans que l'on puisse préciser la loi à laquelle ils obéissent. On a remarqué cependant que lorsqu'un conducteur est influencé par ces courants, les autres fils qui suivent la même direction sont influencés de la même manière et avec une énergie à peu près égale.

De même aussi à une augmentation dans l'intensité lumineuse de l'aurore boréale correspond toujours une recrudescence d'énergie dans les courants.

Les courants électriques auxquels une aurore boréale donne naissance ont, à certains moments, une durée très appréciable; à d'autres moments, ils sont instantanés. Dans le premier cas, les galvanomètres des bureaux dévient et les récepteurs Morse restent sur contact tant que le courant persiste sur la ligne; dans le second cas, les galvanomètres sont brusquement déviés, tandis que les armatures des récepteurs Morse, dans leurs mouvements précipités, font entendre un bruit analogue à celui que produisent les points transmis dans un parleur.

Quelle que soit d'ailleurs la nature des récepteurs, ces contacts, lorsqu'ils se produisent pendant la transmission des télégrammes, dénaturent les signaux et obligent à des répétitions fréquentes. On parvient à neutraliser leurs effets tant qu'ils ne sont pas très énergiques, en tendant les ressorts antagonistes des récepteurs, pour les rendre moins sensibles, ou même en augmentant le nombre des éléments des piles. Quelquefois cependant ces moyens deviennent impuissants et on est obligé de suspendre momentanément tout travail.

Les courants électriques développés par les aurores boréales ont été, dans différentes occasions, assez énergiques pour produire des étincelles dans les bureaux; ce fait est tout à fait exceptionnel et d'ailleurs ne constitue pas un danger réel.

Perturbations produites par les orages. *Précautions à*

Digitized by Google

prendre. — Pendant les orages, surtout au moment des éclairs, les appareils des bureaux sont traversés par de forts courants instantanés, parfois assez intenses pour désaimanter les aiguilles des galvanomètres, fondre ou volatiliser les fils fins.

Des étincelles éclatent entre des pièces métalliques souvent distantes de plusieurs mètres. Le personnel lui-même peut être frappé s'il ne prend les précautions nécessaires.

« Les décharges produites par les orages s'observent quelquefois à des distances très considérables. A 500 ou 600 kilomètres d'un orage et même plus, quand il est violent, il peut parvenir assez d'électricité, sinon pour donner des étincelles, du moins pour faire fonctionner les récepteurs, et l'on peut suivre, dans un bureau télégraphique, la marche d'un orage par l'intensité des décharges, qui s'apprécie aisément, et reconnaître s'il s'éloigne ou se rapproche (1).

Sur les lignes aériennes, les isolateurs sont parfois brisés par la décharge, les poteaux fortement endommagés, fendus sur toute leur longueur et même réduits en miettes. Il n'est pas rare que les poteaux frappés soient séparés par plusieurs autres restés intacts.

Pendant les orages et même à leur approche, le travail télégraphique devient toujours difficile, souvent impossible et quelquefois dangereux.

L'employé qui transmet voit son récepteur reproduire des contacts de nature à lui faire supposer que son correspondant le coupe ; l'employé qui reçoit est lui-même gêné dans son travail ; s'il fait usage de l'appareil à cadran, l'aiguille du récepteur *déraille* à chaque instant ; avec l'appareil Morse les signaux sont dénaturés par tous les courants orageux qui viennent se mêler à ceux qu'envoie le correspondant.

Les paratonnerres que nous avons vu figurer dans l'installation des postes sont suffisants pour prévenir tous les accidents ; encore faut-il qu'ils soient en bon état et convenablement manœuvrés.

On se rappelle que, dans tous les postes, le fil de ligne communique avec la manette du paratonnerre à une bobine sans pointes.

Cette manette permet :

1° De mettre la ligne sur paratonnerre (le galvanomètre et le récepteur sont alors dans le circuit).

2° D'isoler la ligne ou, comme on disait autrefois, de la *mettre sur bois* (le galvanomètre et le récepteur sont hors du circuit).

(1) Blavier, *Nouveau traité de Télégraphie électrique*, t. I, p. 329.

Digitized by Google

3° De mettre directement la ligne à la terre (le galvanomètre et le récepteur sont hors du circuit).

C'est sur le paratonnerre, à une bobine sans pointes, que doit se porter toute l'attention du télégraphiste en cas d'orage.

En temps normal, la manette doit toujours être sur paratonnerre.

Si l'orage devient menaçant, il faut bien se garder d'isoler le fil de ligne, c'est-à-dire de mettre la *manette sur bois;* un fil télégraphique isolé, même à ses deux extrémités, s'électrise sous l'influence de l'orage et donne lieu à des étincelles plus fortes que s'il n'était pas isolé.

Isoler un fil pendant l'orage c'est augmenter le danger.

Aussitôt que le travail télégraphique est rendu impossible par suite des décharges atmosphériques, il faut mettre la ligne à la terre jusqu'à ce que l'orage ait cessé.

Mettre la ligne à la terre, c'est conjurer le danger.

A la suite d'un orage, il faut toujours vérifier avec soin les paratonnerres et les remettre en état, s'il y a lieu. Pour les paratonnerres à pointes, on s'assure qu'il n'existe aucune communication électrique entre les deux plaques opposées; on remplace, au besoin, les pointes émoussées. Dans les paratonnerres à feuille isolante, on remplace la feuille de papier ou la lame de gutta-percha si elles sont perforées; on vérifie tout au moins l'isolement des deux plaques l'une par rapport à l'autre.

Pour vérifier la bobine du paratonnerre à une bobine sans pointes (dans le cas où on opère dans un poste muni d'appareils Morse), on place les deux extrémités de la bobine sur les bornes A et L du manipulateur, et on abaisse le levier; si le courant fait fonctionner le récepteur, on en conclut que le fil de la bobine n'est pas brisé, reste à savoir si la soie n'a pas été brûlée; pour s'en assurer, on met l'une des extrémités de la bobine en relation avec la borne L du manipulateur, et la partie médiane avec la borne A; dans cette position, si on abaisse le manipulateur, le récepteur ne fonctionne que si la bobine est défectueuse; il faut alors remplacer le fil ténu.

On ne doit pas négliger de vérifier l'aimantation des aiguilles des galvanomètres; il suffit, pour cela, de placer en regard de l'aiguille un instrument en fer ou en acier, une clé, un couteau, etc.; l'aiguille aimantée doit suivre les mouvements de cet instrument. Si elle reste immobile, c'est qu'elle a perdu son aimantation; il est aisé de la lui rendre. On fait passer un courant permanent dans les bobines de l'électro-aimant du récepteur, en serrant à fond la vis de réglage du manipulateur; les noyaux de

Digitized by Google

l'électro-aimant sont alors fortement aimantés et on fait glisser sur l'un d'eux, à plusieurs reprises, et toujours dans le même sens, l'une des extrémités de l'aiguille à aimanter.

Classification des dérangements. — Malgré toutes les précautions prises pour assurer le bon fonctionnement des lignes et des bureaux, il s'y produit parfois des dérangements. On les divise en deux grandes catégories :

1° Dérangements de postes,

2° Dérangements de lignes.

Ces dérangements se manifestent sous trois formes différentes :

1° Isolement,

2° Perte à la terre,

3° Mélange.

Il y a *isolement*, lorsqu'un fil conducteur est rompu en un point de son parcours et ne livre plus passage au courant électrique.

Il y a *perte à la terre*, lorsqu'un fil conducteur communique avec le sol, soit directement, soit par l'intermédiaire d'autres corps conducteurs, en un point où il devrait être isolé.

Il y a *mélange*, lorsque deux fils conducteurs se touchent là où ils devraient être séparés; les mélanges entraînent souvent des pertes à la terre.

En dehors de ces trois cas, on constate encore dans les bureaux des *dérangements mécaniques* provenant d'un défaut de réglage des appareils de transmission.

On peut donc subdiviser les dérangements de postes en :

Dérangements mécaniques,

Dérangements électriques.

Dérangements de postes, *dérangements mécaniques.* — En ce qui concerne les dérangements mécaniques dont nous venons de parler, il suffirait, à la rigueur, de se reporter à ce que nous avons dit, à propos du réglage et de l'entretien des appareils, pour remédier promptement aux accidents de cette nature; toutefois, nous reproduisons ici, sous forme de tableaux, les principaux dérangements mécaniques de l'appareil à cadran et de l'appareil Morse, ainsi que la manière de les réparer.

APPAREIL A CADRAN

FAIT CONSTATÉ	CAUSE	REMÈDE
L'aiguille n'avance pas et ne revient plus à la croix.	Le récepteur n'est pas remonté.	Remonter le mouvement d'horlogerie.

Digitized by Google

FAIT CONSTATÉ	CAUSE	REMÈDE
L'aiguille marche par saccades et s'arrête sur les lettres de rang impair.	L'armature n'obéit pas à l'action du ressort antagoniste et reste collée sur les noyaux de l'électro-aimant.	Tendre le ressort antagoniste.
L'aiguille marche par saccades et s'arrête sur les lettres de rang pair.	L'armature n'obéit pas à l'action attractive de l'électro-aimant lorsque les bobines sont traversées par un courant.	Détendre le ressort antagoniste.
	APPAREIL MORSE	
Le levier du manipulateur reste dans une position horizontale sans toucher ses pièces de contact (il en résulte une interruption entre la ligne et le récepteur).	Le levier est trop serré entre ses pivots ou bien le ressort est trop faible.	Desserrer les pivots et au besoin fausser le ressort pour augmenter sa force.
Le récepteur ne déroule pas ou déroule mal.	1° Le récepteur n'est pas remonté.	Remonter le mouvement d'horlogerie.
	2° Les pivots des axes du mouvement d'horlogerie grippent sur leurs coussinets.	Mettre une goutte d'huile aux pivots de tous les axes.
	3° La bande est retenue entre les joues mobiles du guide-papier.	Ecarter les joues du guide-papier.
	4° Les cylindres d'entraînement sont serrés l'un contre l'autre trop ou trop peu.	Desserrer ou serrer la vis de réglage de ces organes.
	5° La pression du couteau contre la molette est trop forte.	Desserrer la vis de réglage du couteau.
L'impression est mauvaise.	1° Le tampon n'est pas encré.	Mettre de l'encre.
	2° Le tampon est encrassé et ne tourne plus sur ses pivots.	Nettoyer le tampon avec un chiffon ou un morceau de papier.
	3° La molette est encrassée.	La nettoyer en promenant un morceau

Digitized by Google

FAIT CONSTATÉ	CAUSE	REMÈDE
		de papier sur ses deux faces pendant que l'appareil déroule.
	4° Les signaux ne passent pas au milieu des cylindres entraîneurs et sont effacés par le frottement.	Rectifier la position de la bande en manœuvrant le guide-papier.
	5° Le cylindre entraîneur supérieur est taché d'encre et laisse, à chaque tour, une tache sur la bande.	Nettoyer le cylindre.
	6° La bande touche la molette dans l'intervalle des signaux et reçoit ainsi une tache d'encre.	Rectifier la position de la bande et, au besoin, changer le rouleau.
	7° Le levier n'a pas assez de jeu.	Desserrer la vis de butée supérieure de la colonne de translation.

Dérangements électriques. — Les indications fournies par les galvanomètres des postes permettent, dans la plupart des cas, de déterminer la nature du dérangement.

Dans chaque poste, le télégraphiste doit connaître la déviation *normale* de son galvanomètre sous l'action du courant envoyé sur la ligne. Cette déviation qui dépend de l'intensité du courant, de la sensibilité du galvanomètre et de l'état électrique de la ligne, est généralement de 15 à 30°.

Les dérangements électriques des postes peuvent être rapportés à trois causes :

1° Interruption des fils conducteurs en un point quelconque de leur parcours;

2° Communication anormale des fils conducteurs avec la terre;

3° Contact entre deux fils métalliques qui ne doivent pas se toucher.

Ainsi que nous l'avons dit, dans le premier cas il y a *isolement;* dans le second, *perte à la terre*; dans le troisième, *mélange.*

Recherche des dérangements dans les postes. — Le premier soin d'un télégraphiste doit être de vérifier son poste lorsque

Digitized by Google

l'échange des transmissions devient irrégulier et même lorsque les réponses de son correspondant ne lui parviennent pas promptement. Il doit, à cet effet, rechercher si le dérangement n'est pas dans son bureau, et continuer ses expériences jusqu'à ce qu'il ait acquis la certitude que le poste et les appareils dont il est responsable sont en bon état.

« Il commence par isoler son poste de toute communication extérieure, en détachant le fil de ligne de la borne *Ligne* du premier paratonnerre; il ne rétablit d'ailleurs cette communication que lorsque les expériences sont entièrement terminées.

« La borne *Ligne* étant ainsi isolée du fil de ligne extérieur, l'opérateur, après avoir introduit l'une des extrémités d'un fil volant dans la borne *Pile* du manipulateur, mais sans détacher le fil qui rattache cette borne à la pile, se sert de l'autre extrémité du fil volant pour frapper quelques signaux ou contacts sur la borne *Ligne* du premier paratonnerre. Si ces signaux ou contacts sont reproduits dans le récepteur, on en conclut que le poste est bon et que le dérangement est sur la ligne. Si, au contraire, le récepteur reste immobile, le dérangement est dans le poste (1). »

Dans cette dernière hypothèse, deux cas peuvent se présenter:

A. Le galvanomètre ne dévie pas.

B. Le galvanomètre dévie fortement.

A. *Le galvanomètre ne devie pas.*

Trois suppositions sont possibles :

a. La pile est mauvaise;

b. Il existe un isolement dans le circuit intérieur du poste;

c. La terre est défectueuse.

a, *Vérification de la pile.* — Les éléments doivent être examinés minutieusement les uns après les autres; on doit s'assurer que l'eau est en quantité suffisante dans les vases, qu'aucune des lames qui réunit chaque élément au suivant n'est ni rompue ni dessoudée, que les fils conducteurs attachés aux deux pôles sont bien fixés sous les serre-lames et convenablement pressés par les vis de serrage, qu'il n'existe pas de traces d'oxydation à ces points d'attache.

On peut en outre s'assurer que la pile entière fonctionne régulièrement en attachant à chacun des pôles un fil volant et en fermant le circuit par l'intermédiaire d'un galvanomètre, dont l'aiguille accuse une forte déviation si la pile est en bon état.

Avec un peu d'habitude, lorsque le nombre des éléments ne

(1) Extrait des instructions administratives.

Digitized by Google

dépasse pas 10 ou 15, on se rend un compte très exact de l'intensité du courant, en attachant deux fils volants aux pôles de la pile et en appliquant les deux extrémités libres sur la langue; si le nombre des éléments est supérieur à 10, il est préférable de saisir l'un des fils avec la main et d'appliquer l'autre sur la langue; la sensation est ainsi moins désagréable; enfin, avec les piles plus énergiques, on se contente de fermer le circuit avec les deux mains. On se borne d'ailleurs généralement à réunir les bornes A et L du manipulateur, à l'aide d'une clé ou d'un couteau et à manipuler; le récepteur fonctionne si la pile est bonne.

b. Vérification du circuit intérieur du poste. — Un examen rapide suffit ordinairement pour constater qu'aucun des fils conducteurs de la table de manipulation n'est rompu, que tous sont bien serrés sous les bornes et que les points de contact ne sont pas oxydés. Toutefois, il est préférable et souvent plus expéditif (surtout lorsque l'installation a lieu en dessous des tables) de toucher successivement avec le fil volant attaché à la borne *Pile* du manipulateur, toutes les parties du circuit en partant de la borne *Ligne* du paratonnerre et en se rapprochant de la borne *Ligne* du récepteur. Si pendant le cours de ces essais, on parvient, en touchant l'un des points du circuit, à faire fonctionner le galvanomètre ou le récepteur, on est certain que le dérangement est entre ce point et le dernier point touché; il ne reste plus qu'à remettre en état la partie défectueuse.

c. Vérification de la terre. — Dans les expériences précédentes la partie du circuit comprise entre la borne *Terre* du récepteur, le pôle négatif de la pile et la terre, n'a pas été vérifiée. Il est aisé, en suivant attentivement le parcours du conducteur, de voir s'il est en bon état; mais, pour constater la qualité de la terre, on est obligé de faire usage d'un galvanomètre vérifié à l'avance et de prendre une seconde communication *provisoire* avec le sol.

Pour cela on fiche en terre, à une certaine distance du fil de terre, une barre métallique que l'on relie au galvanomètre d'essai, celui-ci étant réuni à l'un des pôles de la pile dont l'autre pôle communique avec le fil de terre du bureau; la déviation du galvanomètre indique que le courant circule entre la terre provisoire et la terre du bureau, et, par conséquent, que cette dernière est en bon état.

B. *Le galvanomètre dévie fortement.*

Il y a perte à la terre, soit directe, soit par suite d'un mélange.

Un examen rapide permet de constater qu'aucun objet métal-

Digitized by Google

lique ne met les fils en communication entre eux, ni avec le fil de terre.

On procède ensuite, comme précédemment, en attachant un fil volant à la borne *Pile* du manipulateur et en touchant, avec l'extrémité libre de ce fil, les différents points du circuit, à partir de la borne *Ligne* du premier paratonnerre jusqu'au galvanomètre. Si la déviation ne cesse pas, le dérangement est situé entre le galvanomètre et la borne *Terre* du récepteur; l'intervention d'un second galvanomètre devient nécessaire pour continuer les recherches qui se poursuivent par la même méthode.

Si la déviation a cessé pendant la première partie de l'opération (trajet entre le premier paratonnerre et le galvanomètre), il est aisé de localiser le dérangement qui généralement existe dans l'un des deux paratonnerres. On vérifie ces deux instruments par les méthodes que nous avons déjà indiquées.

Enfin, lorsque les recherches n'aboutissent pas promptement et que le télégraphiste a des dépêches à écouler, la mesure la plus simple et la plus expéditive consiste à relier directement par un conducteur recouvert de gutta-percha, de soie ou de coton, le fil de ligne à la borne *Ligne* du manipulateur. Les recherches recommencent aussitôt que les exigences du service le permettent.

Dérangements des lignes aériennes. — De même que les dérangements électriques des postes, les causes d'interruption des lignes consistent en isolements, pertes à la terre ou mélanges.

Lorsque la ligne ne comporte qu'un seul conducteur, les mélanges ne sont pas à craindre, le fil peut seulement se briser ou tomber à terre par suite de la rupture d'un appui ou d'un support.

Dans le premier cas, le dérangement constaté par les deux stations correspondantes est quelquefois de nature inverse; l'une signale un isolement, l'autre une perte à la terre. C'est qu'en effet, il peut arriver que l'un des bouts du fil brisé touche le sol, tandis que l'autre reste suspendu; d'autres fois les deux bouts du conducteur tombent à terre et, de part et d'autre, on constate une perte.

La perte à la terre n'implique pas la rupture du fil, car le conducteur détaché de ses supports peut avoir un point de contact avec le sol, sans que pour cela il y ait solution de continuité.

Sur les lignes à plusieurs fils, les dérangements les plus fréquents sont les mélanges.

Lorsqu'un fil télégraphique tombe, par suite de la rupture d'un

Digitized by Google

isolateur ou par toute autre cause, il rencontre souvent dans sa chute d'autres conducteurs; il s'établit alors un contact métallique qui constitue le mélange.

Les dérangements de cette nature se reconnaissent facilement aux signaux incohérents qu'enregistrent les récepteurs desservant les fils mêlés; il est même généralement possible de saisir un membre de phrase qui permette de reconnaître les numéros des fils mêlés. On doit alors sacrifier les différents fils, en les isolant, pour ne conserver que le conducteur le plus important sur lequel le service reprend toute sa régularité.

Un certain nombre d'agents, répartis en équipes sur les points les plus importants du réseau, sont chargés de la construction des lignes, de leur entretien, ainsi que de la recherche des dérangements. Ces agents, munis d'un petit outillage portatif, permettant de procéder aux menues réparations, sont toujours prêts à se porter sur les points défectueux. En outre, dans les villes qui ne possèdent pas d'équipe organisée, le chef du bureau dispose d'un ou de plusieurs agents, initiés au service des dérangements et chargés en même temps de la remise à domicile des télégrammes. Enfin, dans les petites localités, la recherche et la réparation des dérangements est confiée à un ouvrier du pays. Avec cette organisation, à moins de cas de force majeure, les interruptions dans le service des transmissions sont toujours de courte durée.

Recherche des dérangements sur les lignes aériennes. — Si une interruption persiste après que le télégraphiste, à chacun des bouts de la ligne, a constaté que son poste est en bon état, on peut conclure que le dérangement est sur la ligne. C'est ici que commence le rôle des agents chargés du service de surveillance, mais, avant de les envoyer visiter la partie de la ligne supposée défectueuse, il est utile de leur fournir des renseignements, aussi précis que possible, sur l'état électrique des conducteurs. Ces renseignements résultent de la comparaison des observations consignées périodiquement sur les registres modèles B et C dont nous avons parlé précédemment avec les expériences exécutées en vue de localiser le dérangement. Les registres B et C font connaître, en effet, l'état électrique du conducteur à différentes périodes, ce qui permet d'en déduire son état électrique normal; les expériences du jour, bien que peu précises, fournissent cependant d'utiles indications.

La ligne défectueuse, nous l'avons dit, est isolée, à la terre ou mêlée, ces trois causes d'interruption pouvant d'ailleurs exister simultanément sur un même conducteur.

Digitized by Google

Le courant de décharge, communément appelé *courant de retour*, permet souvent, dans le cas d'un isolement, de reconnaître si le défaut est rapproché ou éloigné. Plus le courant de retour est fort, plus le dérangement est rapproché.

Relativement aux pertes à la terre, la déviation du galvanomètre fournit des indications analogues : lorsque la déviation est très forte, lorsque la *boussole renverse*, la perte est très rapprochée; elle est, au contraire, ou très éloignée ou peu accentuée lorsque la déviation du galvanomètre est plus faible.

Le galvanomètre peut encore faire apprécier le plus ou moins grand éloignement d'un mélange, si on relève les déviations après avoir fait isoler successivement les fils mêlés à l'extrémité opposée de la ligne.

Mais il est encore possible d'obtenir une approximation plus grande.

Soit AB, un conducteur sur lequel existe une perte à la terre, en un point inconnu, entre les postes extrêmes A et B.

La ligne en bon état a une résistance connue r. Le poste A fait mettre le poste B à la terre et constate, par une des méthodes indiquées au chapitre précédent, une résistance a.

Le poste A fait ensuite isoler le poste B et constate une résistance a'.

Si nous appelons x la résistance du conducteur entre le poste A et la perte à la terre, la formule de Blavier permet de déterminer cette résistance.

$$x = a - \sqrt{(a' - a)\,(r - a)}$$

Connaissant le diamètre du fil conducteur et sa résistance kilométrique, il est facile d'en déduire la distance à laquelle se trouve la perte, mais il faut bien reconnaître que, sur les lignes aériennes, les résultats obtenus ne fournissent que des indications souvent utiles, mais sans aucun caractère de précision.

S'il s'agit d'un mélange entre deux conducteurs AB et A' B', le poste A fait isoler le conducteur AB au poste B et mettre à la terre le conducteur A' B'.

Le fil isolé est relié au galvanomètre d'essai attaché d'autre part à la borne C d'une caisse de résistance (fig. 352). A la borne D, on attache le fil mis à la terre à la station B et la pile d'essai. La borne B est mise à la terre et forme, par les terres, le 4e côté d'un pont de Wheatstone.

Soit x, la résistance du conducteur AB comprise entre le poste A et le mélange,

Digitized by Google

y, la résistance du même fil comprise entre le mélange et le poste B,

a, la résistance débouchée sur la branche CD de la caisse de résistance,

b, la résistance débouchée sur la ligne DB.

Lorsque, en envoyant le courant, l'aiguille du galvanomètre reste à zéro, on a la relation :

$$\frac{x}{y} = \frac{a}{b}$$

D'autre part, on connaît la résistance normale de la ligne, soit : $r = x + y$.

On en déduit : $$x = \frac{ar}{a+b}$$

Connaissant, d'autre part, le diamètre du conducteur A'B' auquel se rapporte la résistance x, ainsi que la résistance kilométrique de ce conducteur, on apprécie la distance à laquelle se trouve le mélange.

Munis des renseignements recueillis par les bureaux, les agents du service de surveillance se mettent en route.

En principe, chaque conducteur défectueux doit être exploré sur toute sa longueur ou au moins sur le parcours compris entre les deux stations qui ont localisé le dérangement.

Les agents partent de ces deux stations, marchent en sens inverse en faisant les réparations nécessaires, et ne s'arrêtent que lorsqu'ils se sont rencontrés. Si une seule des stations extrêmes avait expédié son agent sur la ligne, celui-ci devrait continuer sa route, même après avoir réparé les dérangements jusqu'à l'extrémité de la ligne, à moins qu'il n'ait acquis la certitude que les communications normales sont rétablies.

Localisation des dérangements, *points de coupure*. — Sur le parcours des conducteurs du réseau principal, qu'il serait souvent impossible et presque toujours inutile d'explorer entièrement en cas de dérangement, il existe un certain nombre de localités, désignées à l'avance, pour les essais et la vérification des conducteurs; ce sont les *points de coupure*.

Ces points de coupure sont de plusieurs ordres. Les points principaux de coupure sont, en général, les centres régionaux, un certain nombre de centres départementaux, et enfin quelques autres postes, tout à fait propres aux expériences par leur situation à un point important de bifurcation du réseau. Les

Digitized by Google

centres de coupure de second et de troisième ordre sont distribués sur les différentes lignes, dans les conditions les plus favorables.

Des exemples feront mieux saisir le rôle de ces différents centres, au point de vue de la localisation des dérangements (1) :

1er *cas*. — Fil direct, sans point de coupure intermédiaire :

Le bureau tête de ligne A prescrit à B, soit d'isoler, soit de mettre à la terre le conducteur défectueux qui, les vérifications faites et la nature du dérangement constatée, fait immédiatement l'objet des recherches à prescrire aux agents marchant à la rencontre l'un de l'autre.

2e *cas*. — Fil direct, divisé en deux sections, avec un seul point de coupure.

Le bureau tête de ligne A prescrit au poste de coupure C de rentrer sur le fil. Le bureau C, par avis de service, informe simultanément A et B de l'heure précise à laquelle il effectuera la coupure; il vérifie ensuite successivement les sections A C et C B; il avise enfin A et B du résultat des expériences et des mesures prises en vue de la réparation du dérangement.

3e *cas*. — Fil direct pouvant être vérifié par deux ou plusieurs points de coupure, soit Paris-Nice.

« Comme Lyon est normalement en relais sur ce conducteur, Paris ou Nice commence par s'entendre avec Lyon au sujet du fonctionnement du relais, et par éliminer des recherches, soit le côté de Lyon-Paris, soit le côté de Lyon-Nice. Cela fait et la nécessité de circonscrire un dérangement entre Paris et Lyon étant reconnue, Paris fait couper le fil par Dijon et, au besoin, successivement s'il y a lieu, par deux points de coupure intermédiaires, Montereau, puis Tonnerre.

« Entre Paris et Dijon la responsabilité et la direction des recherches appartiennent exclusivement à Paris.

« Si le fil est reconnu bon entre Paris et Dijon, celui-ci fait rentrer Lyon, et, le cas échéant, Mâcon, puis Chalon-sur-Saône. Entre Dijon et Lyon, la direction et la responsabilité des recherches incombent à Dijon. Au-delà de Lyon, c'est ce dernier bureau qui donne les ordres de coupure, tout d'abord à Grenoble, point de coupure de la première catégorie. Il arrivera fréquemment que Grenoble aura déjà reçu de Nice avis du dérangement, avec invitation de couper le fil. Grenoble doit déférer le plus promptement possible à cet ordre, tenir les deux centres régionaux, Lyon et Nice, au courant des expériences

(1) Exemples extraits des instructions administratives.

Digitized by Google

faites, s'entendre avec eux sur les nouvelles recherches à suivre et prendre, au besoin, l'initiative des mesures à concerter avec les postes intermédiaires, aussi bien vers Lyon que vers Nice. Dans les expériences de cette nature, la responsabilité des centres régionaux voisins, Lyon et Nice, reste engagée aussi longtemps que l'état exact du conducteur n'a pas été nettement établi entre eux. Il n'est pas rare que l'interruption d'un conducteur soit motivée par la coexistence de plusieurs causes de perturbation, soit sur une même section, soit sur plusieurs des sections d'un même fil. En vue de prémunir les agents contre les inconvénients qui résulteraient d'une vérification insuffisante, il est indispensable de poursuivre les recherches, soit dans un sens, soit dans un autre, jusqu'à ce que l'état exact d'un conducteur soit connu dans toute sa longueur. »

Pour les fils internationaux, il s'agit tout d'abord de savoir si le dérangement existe en France ou sur le territoire étranger. Ces fils pénètrent dans des bureaux français voisins de la frontière, qui, par cela-même, sont des points principaux de coupure.

Appareils de coupure. — Un dispositif qui permet de constater aisément l'état électrique des conducteurs est installé à chaque point de coupure, soit à l'intérieur même du bureau, soit dans son voisinage.

Dans l'intérieur des bureaux, les rosaces ou commutateurs analogues sont des appareils de coupure tout indiqués; chacune des sections du conducteur à essayer peut être amenée à un appareil par le simple déplacement d'une jarretière ou d'une fiche.

Une guérite analogue à celles qui servent au raccordement des lignes souterraines avec les lignes aériennes, et reliée par deux *fils d'essai* au bureau télégraphique est la forme la plus ordinaire donnée aux appareils de coupure situés à l'extérieur.

Quelquefois cependant le point de coupure est placé sur un poteau en pleine voie. On fait alors usage d'isolateurs montés sur une console double. Le conducteur est solidement fixé sur le champignon de chacun des isolateurs-arrêts, et les deux sections sont réunies par un fil volant que l'on peut impunément couper et rétablir sans dérégler la ligne.

Dérangements des lignes souterraines. — On conçoit aisément que les dérangements soient beaucoup plus fréquents sur les lignes en galerie que sur les lignes en tranchée. Les galeries d'égout, à Paris surtout, sont sans cesse parcourues par un nombreux personnel; la maladresse ou l'inexpérience peuvent donc aisément occasionner des accidents. La gutta-percha peut

Digitized by Google

avoir été ramollie par la lampe d'un soudeur imprudent, l'enveloppe de plomb peut avoir été trouée par les rats ou attaquée par des vapeurs acides, enfin, un coup de foudre peut avoir accidentellement frappé la ligne.

Quoi qu'il en soit, les dérangements affectant les conducteurs consistent, comme ceux des lignes aériennes, en pertes, mélanges ou isolements.

Sur les lignes en tranchées, les dérangements sont beaucoup plus rares, mais, en revanche, ils sont plus difficiles à réparer. A part les coups de foudre ou les infiltrations d'eau, ils proviennent généralement du bris des conduites en fonte, provoquées par des tassements de terrain, par des éboulements ou par des feuilles voisines.

Si un parcours de la ligne n'a pas fait découvrir le défaut qui peut être apparent, quelle que soit la nature de la ligne, il faut procéder à son sectionnement et à des essais.

Dans les lignes en égouts, on peut, par la déformation du câble, avoir des indications; sur les lignes en tranchée, c'est la déformation du terrain qui servira d'indice.

A défaut de renseignements, il faut sectionner la ligne; c'est généralement à la soudure la plus rapprochée du milieu du parcours que la première coupure a lieu.

En égout, le plomb étant enlevé sur 40 centimètres, on numérote les fils des deux côtés, de façon à pouvoir les rétablir sans erreur. Au préalable, toutes les communications du câble ont été reportées sur un autre câble si la chose a été possible.

Par les expériences faites dans les bureaux, on sait d'avance s'il s'agit d'une perte, d'un mélange ou d'un isolement.

Le surveillant qui recherche le dérangement est porteur d'une pile et d'un galvanomètre; le câble est isolé aux deux extrémités.

Après la coupure, chacun des conducteurs est essayé des deux côtés, et la déviation du galvanomètre indique nettement la section défectueuse. Les conducteurs sont séparément isolés au moyen de tampons de gutta-percha ou de ruban goudronné, et le surveillant va pratiquer une nouvelle coupure à la soudure voisine de la moitié de la section défectueuse.

On arrive de la sorte à localiser le dérangement entre deux soudures, c'est-à-dire sur un parcours de 400 mètres. Cette section est alors examinée très minutieusement à la main, et ce n'est qu'en cas d'insuccès qu'on se résout à sectionner la ligne une dernière fois; plutôt que de prolonger les coupures au-delà de cette limite, on préfère souvent remplacer les 200 mètres défectueux.

Digitized by Google

On circonscrit les mélanges en essayant successivement chacun des fils pendant que tous les autres sont à la terre, et on procède par sectionnement jusqu'à ce que le défaut soit localisé.

S'il s'agit d'un isolement, on met, au bureau d'où part le surveillant, une pile de 10 à 15 éléments en relation avec le fil défectueux. A la première coupure, on intercale une sonnerie entre la terre et la ligne; si la sonnerie fonctionne lorsqu'elle est reliée au conducteur défectueux, on raccorde provisoirement tous les fils, et on fait de nouvelles coupures jusqu'à ce que, la sonnerie restant silencieuse, on ait dépassé le défaut. On procède ensuite comme précédemment.

Pour les lignes en tranchée, on est obligé d'ouvrir des fouilles à chaque coupure; ces coupures ont toujours lieu à un manchon ou à une chambre de raccordement; les essais sont évidemment les mêmes que pour les lignes en galerie, mais les réparations sont plus délicates, en raison même de la canalisation en fonte, et comme, au bout d'un certain temps, les câbles sont devenus adhérents les uns aux autres et difficiles à retirer, on limite la section défectueuse à une centaine de mètres. Pour remplacer cette partie mauvaise, on attache le câble neuf à l'ancien, et en retirant ce dernier, on introduit le nouveau câble. Si on éprouve trop de résistance, on abandonne le câble mauvais dans la conduite et, à l'aide de l'aiguille laissée dans la canalisation, on introduit le nouveau brin.

Les raccordements, à la suite des coupures, se font au moyen de *baguettes* qui, comme pour les lignes aériennes, nécessitent deux soudures, mais on est amené à avoir recours à ce procédé par suite de l'impossibilité de rapprocher les câbles tendus au moment du tirage.

Il peut arriver qu'on soit obligé de remplacer un tuyau brisé sans que pour cela le câble soit endommagé; il faut donc opérer la substitution sans interrompre les communications. On fait usage, à cet effet, de manchons formés de deux parties demi-cylindriques qui s'emboîtent l'une dans l'autre et sont immobilisées par deux colliers (fig. 356). Dans le cas où le câble a été avarié, il convient de rétablir les communications le plus rapidement possible et de ne pas attendre, par conséquent, la remise en état de la conduite en fonte, ce qui prend un certain temps.

Dans le manchon à substituer au tuyau brisé, on introduit autant de baguettes que les câbles comportent de conducteurs; chaque baguette est raccordée par ses deux bouts au conducteur qu'elle doit remplacer, et c'est seulement après ce double raccord que l'on coupe le conducteur entre les deux épissures. Lorsque

Digitized by Google

la liaison de tous les fils a été établie de la sorte, on peut à loisir égaliser au burin les bouts du tuyau restant, poser le manchon et terminer les ligatures.

Il est bien entendu que toutes les fois que l'on fait usage de baguettes, ces baguettes sont formées par des torons isolés du même modèle que ceux du câble sur lequel on opère.

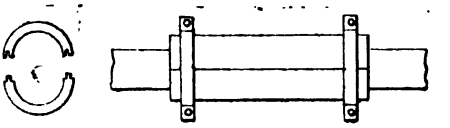


Fig. 356. — Manchon de raccordement.

On procède de la même manière sur les câbles armés, en ayant soin de ne pratiquer les coupures qu'aux points de soudure; d'ailleurs, sur ces câbles, à part les coups de foudre qui peuvent les détériorer, les dérangements sont excessivements rares.

Dérangements des lignes sous-marines. — Les dérangements des lignes sous-marines sont de même ordre que ceux des lignes souterraines; toutefois, dans le voisinage des points d'atterrissement, les câbles sous-marins sont plus exposés que les câbles souterrains en tranchée; en pleine mer même, les causes d'accident sont encore nombreuses; ajoutons que les frais de réparation sont toujours très considérables.

Il ne faut pas songer à sectionner les conducteurs, comme nous l'avons dit au sujet des lignes souterraines; il y aurait de trop gros risques, joints à des dépenses fort élevées. Il faut donc chercher à déterminer par des mesures électriques, exécutées aux points d'atterrissement, la distance à laquelle se trouve le défaut. On peut, d'ailleurs, procéder de la même manière pour les câbles souterrains avant d'avoir recours au sectionnement.

Les défauts des câbles sous-marins se présentent sous trois formes différentes :

1° Perte sans qu'il y ait rupture,

2° Rupture du câble,

3° Interruption du conducteur sans qu'il y ait rupture du câble.

Le 1er et le 2e cas donnent lieu à des pertes ; le 3e à un isolement.

Dans le premier cas (perte sans rupture), on peut mesurer la résistance comprise entre un des points d'atterrissement et le défaut. En opérant à ce point d'atterrissement et en utilisant la méthode du pont de Wheatstone, par exemple, la formule de Blavier donne la valeur de la résistance de la section comprise entre la station d'expérience et le défaut; on en déduit la longueur de cette section.

Dans le second cas (rupture du câble), on peut opérer comme précédemment; mais la résistance trouvée comprend la résis-

Digitized by Google

tance du défaut qui peut ne pas être négligeable. La méthode de Kempe est beaucoup plus compliquée, mais est aussi beaucoup plus précise.

S'il y a isolement par suite de la rupture du conducteur, à chacune des stations extrêmes, on mesure la capacité de la section de câble qui y aboutit; on en déduit la distance du défaut par rapport à chacune des stations et, comme vérification, la somme de ces distances doit donner la longueur totale du câble.

Ces expériences sont très délicates, et nous ne saurions trop le répéter, nous n'avons entendu donner ici qu'un aperçu de la marche à suivre.

Après avoir embarqué une certaine quantité de câble, le navire chargé de la réparation se dirige vers le point présumé du dérangement. Le personnel technique du bord a généralement exécuté lui-même les expériences électriques qui ont permis de déterminer la nature et le lieu du défaut, ou tout au moins a assisté à ces expériences. Arrivé à l'endroit indiqué, on *mouille une bouée* qui servira de point de repère, et le navire, s'éloignant de 1 ou 2 milles marins, croise perpendiculairement à la direction du câble, en laissant traîner sur le fond le grappin destiné à le saisir. Le filin, déroulé par la poulie de relèvement, est en rapport avec le dynamomètre qui permet de suivre, en quelque sorte, les mouvements du grappin au fond de la mer. Dès que le câble est saisi, la tension augmente progressivement; on ramène le câble à fleur d'eau en faisant agir, avec précaution, la machine de relèvement sur le filin du grappin. A sa sortie de l'eau, le câble forme évidemment une sorte de boucle sur la branche du grappin qui l'a saisi; les deux brins de cette boucle sont solidement bossés, et le câble est coupé entre les deux bosses. On peut alors amener facilement à bord les deux sections l'une après l'autre, les essayer et ne retenir que celle qui est défectueuse. La partie en bon état est fixée à une bouée et rejetée à la mer. On procède alors au relèvement de la partie avariée, en faisant des essais électriques, et, au besoin, en sectionnant le câble, jusqu'à ce qu'on ait dépassé le défaut. Il ne reste plus qu'à enlever la portion relevée jusqu'au-delà du point fautif et à la remplacer par du câble en bon état que l'on pose comme s'il s'agissait de l'immersion d'un câble neuf. On raccorde ce nouveau câble à la partie saine de l'ancien, que l'on retrouve aisément, grâce à la bouée à laquelle elle est amarrée.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

I. — Préliminaires.

Systèmes télégraphiques. 1
Systèmes de télégraphie électrique. 2
Source d'électricité. 2
Manipulateur. 2
Ligne télégraphique 3
Récepteur. 4
Classification des appareils d'après la nature des signaux employés. . 4
Circuit télégraphique. 5
Appareils accessoires. 7
Commutateurs. 7
Paratonnerres 7
Galvanomètres. 8
Sonneries. 8
Relais. 8
Rhéostats. 9
Station ou poste télégraphique . . 9
Électro-aimants télégraphiques . . 10
Rôle des électro-aimants et de leurs armatures en télégraphie. . . . 12
Conditions de fabrication des électro-aimants télégraphiques. . . 13

II. — Appareils accessoires.

Serre-lames. 15
Bornes. 15
Commutateurs 16
Commutateur rond. 16
Commutateur bavarois 17
Commutateurs suisses 18
Rosaces 19
Commutateurs inverseurs 20
Commutateur inverseur (type à deux manettes parallèles) 21
Commutateur inverseur (type à poignée). 21
Commutateur inverseur (type à chevilles Bourseul). 22
Commutateur inverseur (type à manette et à ressorts). 22
Paratonnerres. 23
Paratonnerre à pointes mobiles. . . 23
Paratonnerre à papier. 25
Paratonnerre à pointes multiples et à lame isolante. 26
Paratonnerre Bertsch. 27
Paratonnerre à stries. 28
Paratonnerre à bobine sans pointes. 28
Galvanomètres. 33
Galvanomètres horizontaux. . . . 33
Galvanomètres verticaux 34
Sonneries. 36
Sonnerie à mouvement d'horlogerie. 36
Sonnerie à trembleur. 37
Sonnerie d'appartement avec paratonnerre. 39
Parleurs. 40
Relais. 40
Parleur à indice. 42
Parleur à relais. 44
Rappel par inversion de courant. . 45
Relais Froment. 48
Relais Willot. 50

III. — Sources d'électricité.

Pile Callaud. 57
— description 57
— montage. 58
— entretien 58
Pile Leclanché. 59
— description. . . . 59
— montage 60
— entretien 60

Digitized by Google

Pile-bloc. 61
Groupement des éléments de pile . 62
Calcul du nombre des éléments de pile nécessaires pour desservir une ligne télégraphique.. . . . 65
Groupement des piles en échelle d'Amsterdam. 68
Installation des piles dans les bureaux 69
Emploi des accumulateurs en télégraphie. 72
Principe des accumulateurs . . . 73
Accumulateurs de la Société pour le travail électrique des métaux. . 74
Accumulateurs Tudor. 75
Installation des accumulateurs . . 78
Renseignements pratiques 85

IV. — Appareil à cadran.

Appareil a cadran. 89
Principe de l'appareil a cadran . . 89
Manipulateur 90
Récepteur. 93
Manipulation. 98
Attaques. 98
Séparation des mots 98
Séparation du préambule, de l'adresse, du texte et de la signature des télégrammes. 98
Final 99
Chiffres 99
Erreurs 99
Demandes de répétition. 99
Abréviations. 99
Réglage et entretien. 99
Manipulateur. 99
Récepteur. 100

V. — Appareil Morse.

Système Morse. 102
Manipulateur 104
Récepteur. 106
Mouvement d'horlogerie. 106
Organes fonctionnant sous l'action du mouvement d'horlogerie. . . 110
Électro-aimant 112
Communications électriques. . . . 115
Alphabet. 116
Méthodes pour apprendre l'alphabet. 116
Manipulation. 120
Lecture au son. 122
Lecture sur la bande 124
Règles de transmission. 124
Récepteur Morse a translation . . 126
Différents modèles de récepteurs Morse 127
Récepteur à noyaux mobiles. . . 127
Récepteur à culasse scindée. . . . 128
Procédés d'encrage. 128
Réglage du manipulateur Morse. . 129
Réglage du récepteur Morse. . . 130
Réglage de l'armature 130
Réglage du déroulement. 132
Entretien de l'appareil Morse . . 132
Rouet. 134
Démontage et remontage de l'appareil Morse. 134
Remplacement du ressort moteur. . 136

VI. — Installation des postes avec l'appareil Morse ou l'appareil à cadran.

Installation d'une communication télégraphique entre deux points. . 138
Marche du courant. 139
Communications entre les appareils d'un même poste 139
Installation des fils de terre . . 140
Postes télégraphiques. 141
Installation des postes extrêmes desservis par un seul conducteur. . 141
Marche du courant.. 141
Installation spéciale des bureaux municipaux et du poste de l'État correspondant 143
Installation du poste de l'État . . 145
Poste complet pour bureau municipal. 146
Calcul des bobines de résistance . . 148
Communications électriques. . . . 150
Installation des postes extrêmes desservis par plusieurs conducteurs. 151
Postes intermédiaires 152
Installation d'un poste intermédiaire a deux directions 153
Installation d'un poste intermédiaire embroché 154
Installation de deux postes extrêmes avec un relais dans une station intermédiaire. 156

Digitized by Google

Translation. 156
Installation des grands bureaux. . 160
Emploi des tableaux Mandroux. . 161
Tableau pour lignes simples . . . 162
Tableau pour lignes bifurquées . . 168
Annonciateur de fin de transmission. 173
Règles d'exploitation. 177
Méthodes de transmission Duplex. . 181
Méthode différentielle. 181
Méthode du Pont de Wheatstone. . 185
Installation des postes d'écluses. . 187

VII. — Installation des bureaux de gares.

Organisation des bureaux de gares . 193
Rappel Bréguet-Rodary 194
Rappel des chemins de fer de l'État. 202
Rappel-parleur Marchand 205
Rappel général Claude 208
Sonnerie Jousselin. 219
Compagnie des chemins de fer du Nord. 220
Compagnie des chemins de fer de l'Est 224
Compagnie des chemins de fer de Paris a Lyon et a la Méditerranée. 226
Compagnie des chemins de fer d'Orléans 230
Compagnie des chemins de fer du Midi. 232
Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. 234
Chemins de fer de l'État 236

VIII. — Appareil Hughes.

Système Hughes 239
Principe 239
Mécanisme moteur. 241
Poids et transmission du mouvement. 241
Mécanisme d'horlogerie 244
Régulateur 245
Frein d'arrêt. 246
Tige vibrante 247
Frein de la tige vibrante. 247
Manipulateur. 249
Organes du manipulateur 249
Clavier. 250
Boite des goujons. 251
Chariot 252
Fonctionnement du manipulateur . 253
Récepteur 254
Organe électrique. 254
Détente. 257
Axe de la roue des types 260
Axe imprimeur. 267
Cames. 267
Impression 268
Correction 273
Commutateurs 276
Communications électriques . . . 276
Marche du courant 278
Réglage 279
Réglage du synchronisme 279
Réglage de l'aimantation. 281
Manipulation 282
Exercices de manipulation 284
Règles de servige ou de transmission. 285
Démontage de l'appareil. 288
Remontage de l'appareil et réglage des organes 291
Appareil Hughes, type du poste central de Paris. 301
Remontoirs automatiques 302
Turbines. 303
Remontoir hydraulique 303
Remontoir actionné par un moteur à vapeur, à gaz ou à pétrole . . . 306
Remontoir à air comprimé. . . . 307
Remontoir actionné par un moteur électrique. 308
Remontoir Aubry. 309
Interrupteurs. 310
Interrupteur du poste central de Paris. 310
Interrupteur Damiens. 312
Interrupteur Devaux. 313
Interrupteur Nicolas. 313
Installation des postes Hughes. . 314
Installation en duplex. 315

IX. — Appareil Baudot.

Système Baudot. 319
Principe. 319
Manipulateur. 324
— modèle 1889 324
— modèle 1896 330
Socle-moteur a poids pour distributeur. 330
Socle-moteur électrique pour distributeur. 334
Régulateur. 335

Digitized by Google

Distributeurs. 339
Plateaux. 339
Secteurs. 342
Orientation des contacts. 342
Cage. 344
Correction. 346
Principe. 346
Organes de correction 347
Relais Baudot. 350
Socle-moteur pour traducteur. . . 353
Modérateur de vitesse. 354
Électro-frein. 355
Traducteur. 356
Électro-aiguilleur. 357
Combinateur. 359
Chercheurs. 360
Impression. 362
Impression des lettres ou des chiffres. 364
Installation des postes. 365
Installation double. 365
Installation quadruple. 373
Commutateur multiple. 373
Transmission. 377
Correction. 380
Installation des postes échelonnés. 381
Poste principal. 383
Poste intermédiaire. 390
Poste extrême. 397
Installations diverses. 402
Manipulation. 403
Sources d'électricité utilisées sur les appareils Baudot. 404
Rendement 405
Règles de service. 405

X. — Appareils utilisés en France sur les lignes sous-marines. Appareil Wheatstone. — Siphon recorder.

Nécessité d'employer des appareils spéciaux. 409
Appareil Wheatstone. 411
Principe. 411
Perforateur. 412
Perforateur pneumatique. . . . 419
Transmetteur. 419
Mouvement d'horlogerie. 419
Organes de transmission. 425
Communications intérieures. . . . 430
Manipulateur-Commutateur. . . . 433
Récepteur. 436
Mouvement d'horlogerie. 436
Organe électro-magnétique. . . . 438
Mécanisme enregistreur. 441
Communications intérieures. . . . 442
Installation des postes. 443
Réglage et entretien des appareils. 448
Perforateur. 448
Transmetteur. 448
Récepteur. 449
Maniement des appareils. 449
Siphon recorder. 452
Principe 452
Manipulateur. 452
Récepteur. 453
Installation des postes. 457
Application de la transmission automatique Wheatstone au siphon recorder sur les cables sous-marins, système Belz et Brahic. . 459
Perforateur. 459
Transmetteur. 460
Relais Froment monté en inverseur. 463
Installation des postes. 463
Relais Rouch et Hautreux. . . . 467
Perforateur Terrin. 467
Application de la transmission automatique Wheatstone aux communications franco-danoises. . . . 476
Ondulateur Lauritzen 476

XI. — Lignes aériennes.

Classification des lignes. 480
Conditions d'installation. 480
Lignes aériennes. 481
Matériel de lignes. 481
Conducteurs. 481
Mesure du diamètre des fils. . . 481
Fils de fer. 482
Galvanisation. 482
Essai de la galvanisation. . . . 483
Essais mécaniques. 483
Essais électriques. 483
Conditions spéciales. 484
Fils de cuivre. 484
Essais mécaniques. 484
Essais électriques. 485
Conditions spéciales. 485
Moyens de raccordement. 485
Supports. 487
Isolateurs. 487
Consoles. 490
Scellement. 492
Mode d'arrêt des conducteurs sur les isolateurs. 493
Appuis. 493

Digitized by Google

Poteaux en bois. 493
Injection. 494
Conditions d'acceptation. 496
Appuis métalliques. 499
Classification des appuis. . . . 499
Poteaux simples. 500
Poteaux couples. 500
Poteaux jumelés. 501
Poteaux jumelés couples. . . . 501
Poteaux d'angle consolidés. . . . 502
Accouplements en talus. 502
Poteaux entés. 502
Herses. 502
Plantation des poteaux. 502
Armement des poteaux. 504
Construction des lignes aériennes. 505
Conditions générales. 507
Etude. 509
Exécution des travaux. 510
Entrées de postes. 513
Boîtes et guérites de coupures. . 515
Entretien des lignes aériennes. . 516

XII. — Lignes souterraines.

Lignes souterraines. 519
Cables isolés a la gutta-percha . . 519
Cables Fortin-Hermann. 520
Cables sous-papier. 522
Construction des lignes souterraines. 523
Lignes en galerie. 523
Lignes en tranchée. 525
Cables armés. 530
Soudures. 530
Raccordement des lignes souterraines avec les lignes aériennes. . 535
Guérites. 535
Poteaux de raccordement. . . . 537

XIII. — Lignes sous-marines.

Historique. 538
Cables sous-marins. 538
Fabrication. 538
Epissures. 541
Pose des cables sous-marins. . . . 544
Navires télégraphiques. 544
Machinerie. 545
Engins divers. 551
Immersion des cables sous-marins. . 553
Essais électriques pendant la fabrication et pendant la pose. . 556

XIV. — Essais électriques et mesures usuelles.

Utilité des essais et des mesures électriques 558
Unités de mesures. 559
Lois fondamentales. 559
Loi d'Ohm. 559
Loi des courants dérivés. 560
Appareils de mesure. 561
Galvanomètres. 561
Boussole des sinus. 561
Boussole des tangentes. 562
Galvanomètres périodiques. . . . 563
Galvanomètres apériodiques. . . . 563
Galvanomètre à aiguilles astatiques. 563
Galvanomètres à miroir. 565
Galvanomètre Thomson. 566
Galvanomètre Deprez d'Arsonval. . 567
Voltmètres. 569
Ampéremètres. 571
Milliampèremètres. 572
Shunts. 573
Caisses de résistances. 574
Pont de Wheatstone. 577
Condensateurs. 580
Clés et Commutateurs. 581
Pile étalon. 583
Installation et réglage d'un galvanomètre Thomson. 584
Constante et formule de mérite. . . 584
Mesures électriques. 585
Mesure des résistances. 585
Résistance d'une bobine ou d'un conducteur. 585
Méthode du pont de Wheatstone. . 585
Méthode de substitution. 587
Essais périodiques. 587
Mesure de la résistance intérieure d'une pile. 589
Méthode de la demi-déviation. . . 589
Mesure de la force électromotrice. 590
Méthode du condensateur. 590
Mesure de la résistance des terres. 591
Méthode du pont de Wheatstone. . 591
Mesure des conducteurs aériens. . 593
Mesure des conducteurs souterrains. 597
Essai de la capacité. 597
Mesure de la perte de charge. . . 598
Essai d'une soudure.. 599

Digitized by Google

XV. — Perturbations et dérangements.

PERTURBATIONS ET DÉRANGEMENTS. . 600
PERTURBATIONS PRODUITES PAR LES AURORES BORÉALES. 600
Courants telluriques. 600
PERTURBATIONS PRODUITES PAR LES ORAGES. 601
Précautions à prendre. 601
CLASSIFICATION DES DÉRANGEMENTS. . 604
DÉRANGEMENTS DES POSTES. 604
Dérangements mécaniques. 604
Dérangements électriques. 606
Recherche des dérangements dans les postes. 606
DÉRANGEMENTS DES LIGNES AÉRIENNES. 609
Recherche des dérangements sur les lignes aériennes. 610
LOCALISATION DES DÉRANGEMENTS . . 612
Points de coupure. 612
Appareils de coupure. 614
DÉRANGEMENTS DES LIGNES SOUTERRAINES. 614
DÉRANGEMENTS DES LIGNES SOUS-MARINES. 617

PARIS. — E. DE SOYE ET FILS, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS S.-JACQUES.

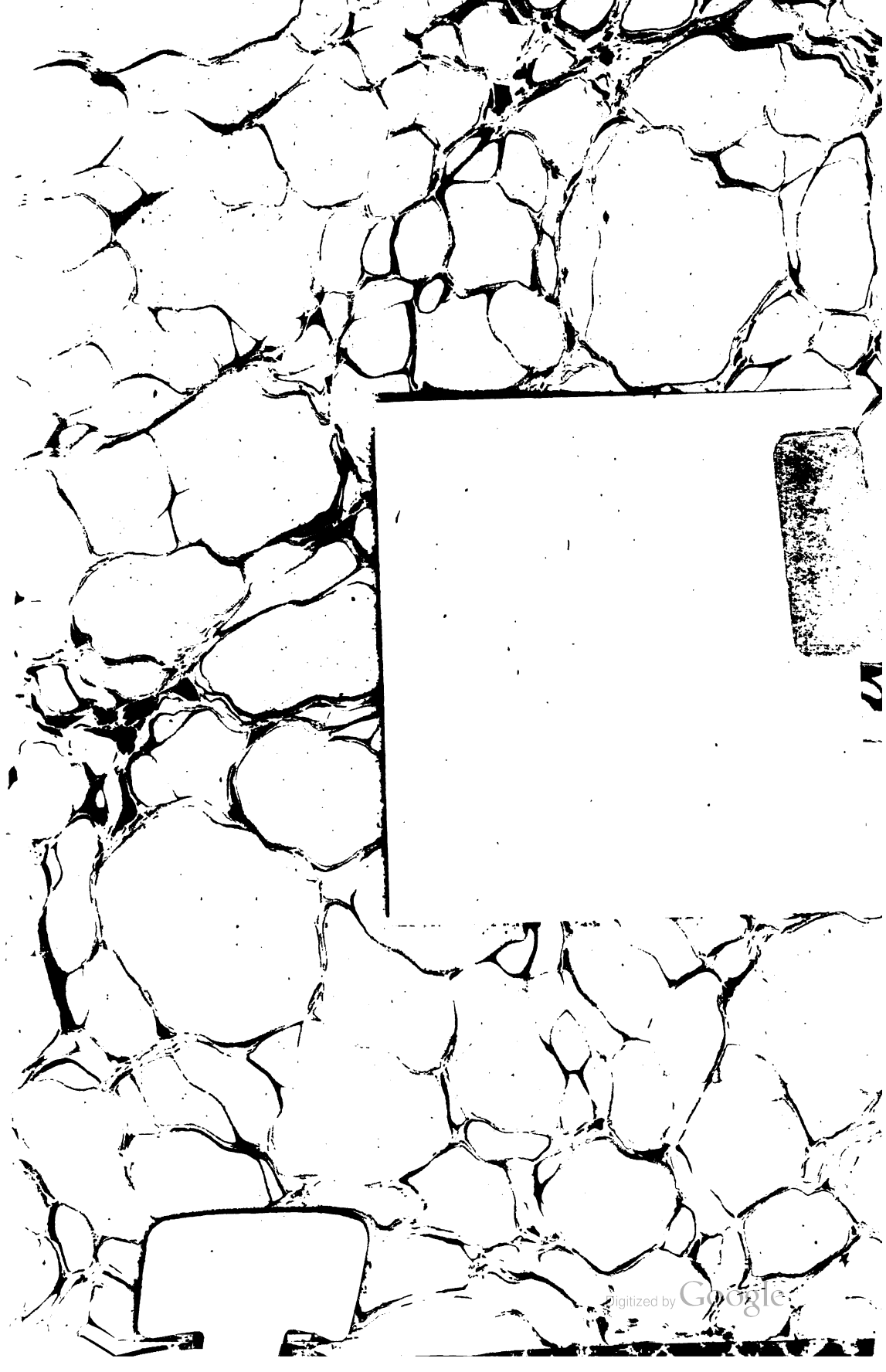
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google

Eng 4220.30
Telegraphie pratiq
Cabot Science
3 2044 0

Digitized by Google